**雷达通信协议**

**变更记录**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **版本** | **说明** | **拟制人** | **日期** |
| V1.0 | 参考《反制枪与C2和显示屏协议V2.3》制定初版协议 | 刘栩宏  冯新 | 2022-12-6 |
| V1.1 | 增加设置雷达devid的指令，允许将雷达id调整为x3，增加姿态信息上报，增加读取波控配置信息，增加雷达控制指令 | 刘栩宏 | 2023-01-13 |
| V1.2 | 增加雷达控制指令 | 刘栩宏 | 2023-02-28 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

# 概述

## 前言

雷达的通信协议。

## 适用范围

本流程适用雷达对C2的通信。

## 使用要求

无

# 总体设计

# MAVLNK通信协议

## MAVLINK协议格式

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **字节** | **定义** | **内容** | **数值范围** | **说明** |
| 0 | magic | 帧头 | 0xFD | 表示开始一个新的包 |
| 1 | len\_l | 有效数据  长度低8位 | 0~255 | 表示有效数据的长度的低8位 |
| 2 | len\_h | 有效数据  长度高8位 | 0~255 | 表示有效数据的长度的高8位 |
| 3 | seq | 帧序号 | 0~16 | 每个设备计数自己的发送序列，允许检测丢包。 |
| 4 | destid | 设备ID(组件) | 0~255 | 接收者的设备ID（见[3.3设备ID定义](#_3.3__设备ID定义)） |
| 5 | sourceid | 设备ID(系统) | 0~255 | 发送者的设备ID（见[3.3设备ID定义](#_3.3__设备ID定义)） |
| 6 | msgid | 消息ID | 0~255 | 消息ID用于识别该MAVLINK帧的含义（见[3.4消息ID定义](#_3.4_消息ID定义)） |
| 7 | Ans | 是否需要应答 | 0 - 1 | 0不需要应答  1需要应答 |
| 8 | checksum | 包头校验值 | 0~255 | 计算校验值校验从字节0至字节6(和校验) |
| 9至（N+8） | payload | 有效数据 | （0~65014）字节 | 有效传送的数据 |
| N+8+1至N+8+2 | crc | 整帧数据校验（2个字节） | 计算校验值不包含帧头，校验从字节1至字节N+8，注：校验包括MAVLINK\_CRC\_EXTRA.除飞控特殊MSGID外，CRC的扩展字节为0x00 | |

## MAVLINK协议说明

MAVLINK是一个专为微型飞行器制定的开源通信协议。由于MAVLINK具有轻量、易扩展等特点，非常适合小型机器输出传输。MAVLINK是遵循LGPL许可的开源项目，因此可以被用来作为闭源和开源应用程序中的一个库，免版权费。

MAVLINK通信协议的帧头（magic）表示一个新的数据包开始标志，该标志可用于串行通信中进行数据同步。

MAVLINK通信协议的有效数据长度高8位（lenh）和低8位(lenl)组合起来表示该MAVLINK帧要传送的数据字节数，其组合后大小范围是0~65014。当有效数据长度为0时，表示该MAVLINK帧为一个命令帧，此时MAVLINK帧总字节数为8，当有效数据长度为N时（0<N<65014），表示该MAVLINK帧为一个数据帧，此时MAVLINK帧总字节数为10+N。

MAVLINK通信协议的帧序号（seq）用于区分MAVLINK帧的次序，每个设备递增计数自己的发送序列，允许检测是否丢包，并实现重传。包序号由发送者递增，接收者应答时保持原包序号不变（即应答的包序号为接收到的包序号）；

MAVLINK通信协议的发送者的设备ID（sourceid）和接收者的设备ID（destid），根据系统的实际业务需求对其进行重新定义，每个MAVLINK帧包含了发送者和接收者的身份信息，**当一个设备接收到一个MAVLINK帧，判断接收者的设备ID为自己的设备ID，则进行处理和应答；如果接收者的设备ID不是自己的设备ID，则不作处理。**

MAVLINK通信协议的消息ID（msgid）用于识别该MAVLINK帧的含义，接收设备根据消息ID做出相应的处理和应答。

MAVLINK通信协议的包头校验值是从字节0至字节6的checksum(和)校验。

MAVLINK通信协议的有效数据（payload）为MAVLINK帧要传送的数据，一帧最大能传送65014字节的数据。

MAVLINK通信协议的数据校验值是从字节1至字节N+8的CRC16校验，这里规定CRC16校验的初始值为0xFFFF，多项式为0x1021。

## 设备ID定义（兼容其它子系统定义）

**表3.3 设备ID义列表**

|  |  |
| --- | --- |
| **ID** | **设备名称** |
| 0x00 | 保留（DEV\_NONE） |
| 0x01 | 反制枪（DEV\_AEAG） |
| 0x02 | 手表（DEV\_WATCH） |
| 0x03 | 雷达(DEV\_RADAR) |
| 0x04 | 电脑（DEV\_PC） |
| 0x05 | C2 蓝牙（DEV\_C2\_BLE） |
| 0x06 | C2（DEV\_C2） |
|  |  |
|  |  |
| 0xFF | 广播（DEV\_BROADCAST） |

**说明：**

1. 当destid为0xFF时表示该MAVLINK帧为广播，具有中转数据功能的设备（路由器）需要将该MAVLINK转发给所有与其相连的设备。
2. 当系统中存在“环形”的通信回路时，应注意防止广播数据形成死循环，应明确“环形”通信回路中各个设备的“上属”和“下属”关系，“下属”设备不能向“上属”设备转发广播数据。

## 消息ID定义

**表3.4 消息ID定义列表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **消息ID分类** | **数值范围** | **说明** |
| 系统消息ID | 0xA0~0xFF | 系统消息ID由系统统一定义和管理，各子系统模块都必须遵循 |
| 用户消息ID | 0x00~0xBF | 用户消息ID是预留给用户根据各子系统和模块实际需求自定义的消息ID，即同一个数值在不同的模块(dev\_id)中可以表示不同的含义。内容详见[表3.4.2.2](#OLE_LINK2) |

## 系统消息ID

系统消息ID的数值范围是0xA0~0xFF，由系统统一定义和管理。系统消息ID主要用于实现一些系统级别的功能，如：固件升级、获取版本信息、修改系统信息等。各个模块需要根据实际情况实现系统消息的响应。

注意：

（1）最短的MAVLINK应答帧为11字节，len\_l和len\_h为0；

（2）crc校验为每帧必须。

### 系统控制信息 ID 0xD\*

**表3.5.3 系统读写信息ID（C2 -> 雷达）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **消息ID** | **宏定义** | **说明** |
| 1 | 0xD0 | ID\_HEARTBEAT | 心跳包 |
| 2 | 0xD1 | ID\_SET\_SYS\_STATUS | 设置系统状态 |
| 3 | 0xD2 | ID\_GET\_SYS\_INFO | 获取系统信息 |
| 4 | 0xD3 | ID\_HEARTBEAT\_EXT | 外部心跳包 |
| 5 | 0xD4 | ID\_SET\_SN | 设置序列号 |

#### 心跳包(0xD0)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xD0 | | | |
| 消息描述 | 心跳包 | | | |
| 方向 | 雷达 🡪 C2 | | | |
| 发送频率 | 10Hz | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | electricity | uint8\_t | 0~100% 电量百分比 |
| 1 | status | uint8\_t | 系统状态  0：正常工作  1：待机 |
| 1 | faultNum | uint8\_t | 故障数量 |
| 4 | FaultData | uint32\_t | 故障信息，有多少故障报多少条 |
| 参数长度 | 3+4\*n | | | |
| 应答 | 无 | | | |

| 序号 | 模块ID（1 byte） | 故障码值（3 byte） |
| --- | --- | --- |
|  | 0x01 ch帧处理周期442工作状态 | 0x000001 寄存器读写异常 |
|  | 0x02 lmx2492工作状态 | 0x000001 PLL失锁  0x000002 寄存器读写异常 |
|  | 0x03 awmf0165工作状态 | 0x000001 U09（awmf0165）寄存器读写异常  0x000002 U10（awmf0165）寄存器读写异常  0x000003 U11（awmf0165）寄存器读写异常  0x000004 U12（awmf0165）寄存器读写异常  0x000005 U13（awmf0165）寄存器读写异常  0x000006 U14（awmf0165）寄存器读写异常  0x000007 U15（awmf0165）寄存器读写异常  0x000008 U16（awmf0165）寄存器读写异常  0x000009 U17（awmf0165）寄存器读写异常  0x00000a U18（awmf0165）寄存器读写异常  0x00000b U19（awmf0165）寄存器读写异常  0x00000c U20（awmf0165）寄存器读写异常  0x00000d U21（awmf0165）寄存器读写异常  0x00000e U22（awmf0165）寄存器读写异常  0x00000f U23（awmf0165）寄存器读写异常  0x000011 U24（awmf0165）寄存器读写异常  0x000021 U09（awmf0165）寄存器读写异常  0x000022 U10（awmf0165）温度超限  0x000023 U11（awmf0165）温度超限  0x000024 U12（awmf0165）温度超限  0x000025 U13（awmf0165）温度超限  0x000026 U14（awmf0165）温度超限  0x000027 U15（awmf0165）温度超限  0x000028 U16（awmf0165）温度超限  0x000029 U17（awmf0165）温度超限  0x00002a U18（awmf0165）温度超限  0x00002b U19（awmf0165）温度超限  0x00002c U20（awmf0165）温度超限  0x00002d U21（awmf0165）温度超限  0x00002e U22（awmf0165）温度超限  0x00002f U23（awmf0165）温度超限  0x000030 U24（awmf0165）温度超限 |
|  | 0x04 ADC回波数据状态 | 0x000001 ADC回波数据饱和 |
|  | 0x05 DMA工作状态 | 0x000001 DMA Not Idle  0x000002 DMA Internal Error  0x000003 DMA Slave Error  0x000004 DMA Decode Error  0x000005 Scatter Gather Internal Error  0x000006 Scatter Gather Slave Error  0x000007 Scatter Gather Decode Error  0x000008 Interrupt on Error. |
|  | 0x06 目标检测任务工作状态 | 0x000001 目标检测任务数据处理异常 |
|  | 0x07 目标跟踪任务工作状态 | 0x000001 目标跟踪任务数据处理异常 |
|  | 0x08 通讯任务状态 | 0x000001 处理板与上位机通信异常  0x000002 处理板与电池组通信异常 |
|  | 0x0a GPS模块通信状态 | 0x000001 处理板与GPS模块通信异常 |
|  | 0x0b 陀螺模块通信状态 | 0x000001 处理板与陀螺传感器通信异常 |
|  | 0x0c 陀螺模块通信状态 | 0x000001 处理板与加速度计传感器通信异常 |

#### 设置系统状态(0xD1)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xD1 | | | |
| 消息描述 | 设置系统状态 | | | |
| 方向 | C2 🡪 雷达 | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | type | uint8\_t | 0：开关机  1：工作模式  2：复位  3：恢复出厂设置  4：设置设备ID |
| 1 | param1 | uint8\_t | 工作模式  0：正常模式  1：测试模式  2：诊断模式  设置的设备ID |
| 1 | param2 | uint8\_t | 0 |
|  |  |  |  |
| 参数长度 | 3 | | | |
| 应答 | 有 | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xD1 | | | |
| 消息描述 | 设置系统状态 应答 | | | |
| 方向 | 雷达 🡪 C2 | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | status | uint8\_t | 0：失败  1：成功 |
| 参数长度 | 1 | | | |
| 应答 |  | | | |

#### 获取系统信息(0xD2)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xD2 | | | |
| 消息描述 | 获取系统信息 | | | |
| 方向 | C2 🡪 雷达 | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | type | uint8\_t | 0：工作模式  1：序列号  2：版本信息 |
|  |  |  |  |
| 参数长度 | 1 | | | |
| 应答 | 有 | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xD2 | | | |
| 消息描述 | 获取系统信息 应答 | | | |
| 方向 | 雷达 🡪 C2 | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | type | uint8\_t | 0：工作模式  1：序列号  2：版本信息 |
| 16 | value | uint8\_t | 返回数据 |
| 参数长度 | 17 | | | |
|  |  | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| type | value参数解析 | | | |
| 0：工作模式 | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | status | uint8\_t | 工作模式  0：正常模式  1：测试模式  2：诊断模式 |
| 15 | reserved | uint8\_t | 保留字 |
| 1：序列号 | 1 | status | uint8\_t | 序列号  0：成功  1：失败 |
| 15 | sn | uint8\_t | 序列号，失败返回0 |
| 2：版本信息 | 4 | appVersions | uint32\_t | 应用版本信息 |
| 12 | reserved | uint8\_t | 保留字 |

#### 外部心跳包(0xD3)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xD3 | | | |
| 消息描述 | 外部心跳包 | | | |
| 方向 | C2 🡪 雷达 | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | sum | uint8\_t | 累加值，每次加1 |
|  |  |  |  |
| 参数长度 | 1 | | | |
| 应答 |  | | | |

#### 设置序列号(0xD4)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xD4 | | | |
| 消息描述 | 设置序列号 | | | |
| 方向 | C2 🡪 雷达 | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 15 | sn | uint8\_t | 设备序列号 |
|  |  |  |  |
| 参数长度 | 15 | | | |
| 应答 | 有 | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xD4 | | | |
| 消息描述 | 设置序列号 应答 | | | |
| 方向 | 雷达 🡪 C2 | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | status | uint8\_t | 0：失败  1：成功 |
| 参数长度 | 1 | | | |
| 应答 |  | | | |

### 数据加密控制ID 0xA\*

**表3.5.6 数据加密控制ID（C2 -> 雷达）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **消息ID** | **宏定义** | **说明** |
| 1 | 0xA0 | ID\_GET\_CRYPT\_KEY | 获取通讯加密密钥 |

#### 获取通讯加密密钥(0xA0)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xA0 | | | |
| 消息描述 | 获取通讯加密密钥 | | | |
| 方向 | C2 🡪 雷达 | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 15 | sn | uint8\_t | 序列号 |
| 参数长度 | 15 | | | |
| 应答 | 有 | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xA0 | | | |
| 消息描述 | 获取通信加密密钥 应答 | | | |
| 方向 | 雷达 🡪 C2 | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | status | uint8\_t | 0：失败  1：成功 |
| 1 | type | uint8\_t | 1：RSA  2：Base64 |
| 1 | len | uint8\_t | 长度 |
| n | key | char | String 使用公钥（预先内置）加密发送， |
| 参数长度 | 1或者3+n（1：获取失败，3+n：获取成功） | | | |
|  |  | | | |

### 传输方式信息ID 0xB\*

**表3.5.6 数据传输方式ID（C2 -> 雷达）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **消息ID** | **宏定义** | **说明** |
| 1 | 0xB0 | ID\_SET\_WIFI\_CONNETCT\_INFO | 设置WIFI连接信息 |
| 2 | 0xB1 | ID\_SET\_WIFI\_DISCONNECT | 设置WIFI断开连接 |
| 3 | 0xB2 | ID\_UPLOAD\_WIFI\_STATUS | 上传WIFI连接信息 |
| 4 | 0xB3 | ID\_REQUEST\_WIFI\_CHANNEL | 请求更新WIFI通讯信道（IP,PROT） |

#### 设置WIFI连接信息(0xB0)

原始信息：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xB0 | | | |
| 消息描述 | 设置WIFI连接信息 | | | |
| 方向 | C2 🡪 雷达 | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | nameLen | uint8\_t | wifi名长度 |
| m | name | uint8\_t | wifi名称 |
| 1 | passwordLen | uint8\_t | wiFi密码长度 |
| m | password | uint8\_t | wifi密码 |
| 4 | ip | uint32\_t | LSB 低字节在前 |
| 2 | port | uint16\_t | LSB 低字节在前 |
| 参数长度 | 8 + n + m | | | |
| 应答 | 有 | | | |

加密信息

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xB0 | | | |
| 消息描述 | 设置WIFI连接信息， 加密传输 | | | |
| 方向 | C2 🡪 雷达 | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | len | uint8\_t | 长度 |
| n | encryptnfo | uint8\_t | 加密数据 |
| 参数长度 | n + 1 | | | |
| 应答 | 有 | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xB0 | | | |
| 消息描述 | 设置WIFI连接信息 应答 | | | |
| 方向 | 雷达 🡪 C2 | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | status | uint8\_t | 0：失败  1：成功 |
| 参数长度 | 1 | | | |
|  |  | | | |

#### 设置WIFI断开连接(0xB1)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xB1 | | | |
| 消息描述 | 设置WIFI断开连接 | | | |
| 方向 | C2 🡪 雷达 | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | status | uint8\_t | 0：保持  1：断开 |
| 参数长度 | 1 | | | |
| 应答 | 有 | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xB1 | | | |
| 消息描述 | 设置WIFI断开连接 应答 | | | |
| 方向 | 雷达 🡪 C2 | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | status | uint8\_t | 0：断开成功  1：断开失败  2：当前状态异常无法断开 |
|  |  |  |  |
| 参数长度 | 1 | | | |
|  |  | | | |

#### 上传WIFI连接状态(0xB2)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xB2 | | | |
| 消息描述 | 上传WIFI连接状态 | | | |
| 方向 | 雷达 🡪 C2 | | | |
| 发送频率 | 信息更新触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | status | uint8\_t | 0：组网成功  1：账密错误  2：组网超时  3：其他异常 |
|  |  |  |  |
| 参数长度 | 1 | | | |
| 应答 |  | | | |

#### 请求WIFI通讯信道(0xB3)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xB3 | | | |
| 消息描述 | 请求WIFI通讯信道（IP,PROT） | | | |
| 方向 | 雷达 🡪 C2 | | | |
| 发送频率 | 雷达成功连接wifi后触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 15 | sn | char | 字符串，有效数据15字节 |
| 4 | radarIp | uint32\_t | LSB 低字节在前 |
| 2 | radarPort | uint16\_t | LSB 低字节在前 |
| 1 | proxy | 1 | 1:tcp; 2:udp; 3:http; |
|  |  |  |  |  |
| 参数长度 | 22 | | | |
| 应答 | 有 | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xB3 | | | |
| 消息描述 | 请求WIFI通讯信道（IP,PROT） 应答 | | | |
| 方向 | C2 🡪 雷达 | | | |
| 发送频率 | 用户触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | proxy | 1 | 1:tcp; 2:udp; 3:http; |
| 4 | ip | uint32\_t | LSB 低字节在前  IP：241:23:77:34 帧处理周期建立通信的ip  data = 0xF1 17 4D 22 帧处理周期建立通信的端口 |
| 2 | port | uint16\_t | LSB  端口号8080 data = 0x1F90 |
|  |  |  |  |
| 参数长度 | 7 | | | |
|  |  | | | |

### 业务信息ID 0x1\*

**表3.5.6 业务信息ID（雷达 -> C2）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **消息ID** | **宏定义** | **说明** |
| 1 | 0x10 | ID\_UPLOAD\_DETECT\_INFO | 上传检测目标信息 |
| 2 | 0x11 | ID\_SET\_UPLOAD\_MODE | 设置上报模式 |
| 3 | 0x12 | ID\_UPLOAD\_TRACK\_INFO | 上传跟踪目标信息 |
| 5 | 0x14 | ID\_UPLOAD\_CONTROL\_INFO | 上传波控信息 |
| 6 | 0x13 | ID\_UPLOAD\_ATTITUDE\_INFO | 上传雷达姿态信息 |
| 7 | 0x15 | ID\_GET\_CONTROL\_CONFIG\_INFO | 获取波控配置信息 |

#### 上传检测目标信息(0x10)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0x10 | | | | |
| 消息描述 | 上传检测目标信息 | | | | |
| 方向 | 雷达 🡪 C2 | | | | |
| 发送频率 | 根据设置和帧处理周期触发 | | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Scale | Type | Description |
| 1 | detectObjNum | 1 | uint8\_t | 检测目标个数，最大目标个数64（MaxObjNum） |
| 1 | trackTwsTasFlag | 1 | uint8\_t | 跟踪标识  0：TWS跟踪  1：TAS跟踪 |
| 1 | detectObjByte | 1 | uint16\_t | 单个检测目标长度，其长度由检测点信息定义决定 |
| 1 | aziBeamID | 1 | uint16\_t | 方位波束号，0~29，共30个，分别对应-58°：4°：58° |
| 1 | eleBeamID | 1 | uint16\_t | 俯仰波束号，0~3，共4个，分别对应-15°：10°：15° |
| 以下为目标数据，检测到多少个目标则有多少组目标数据 | | | | |
| 1 | id | 1 | uint8\_t | 最大目标个数64 |
| 1 | reserved | 1 | uint8\_t | 保留字 |
| 1 | ambiguous | 1 | uint8\_t | 目标速度模糊标记  0x00代表速度无模糊  0x01代表速度存在模糊 |
| 1 | classification | 1 | uint8\_t | 目标类别，  0x00：未识别  0x01：无人机  0x02：单兵  0x03：车辆  0x04：鸟类  0x05：直升机  其他无效。 |
| 1 | classfyProb | 2^6 | uint8\_t | 目标类别概率 |
| 1 | cohesionOkFlag | 1 | uint8\_t | 凝聚完成标记  0：未完成  1：完成 |
| 1 | cohesionPntNum | 1 | uint8\_t | 凝聚点数 |
| 1 | cohesionBeamNum | 1 | uint8\_t | 凝聚波位个数 |
| 2 | azimuth | 2^6 | int16\_t | 目标方位角（°） |
| 2 | elevation | 2^6 | int16\_t | 目标俯仰角（°） |
| 2 | velocity | 2^6 | int16\_t | 目标径向运动速度（m/s） |
| 2 | dopplerChn | 1 | int16\_t | 目标多普勒滤波器插值结果 |
| 2 | mag | 2^6 | uint16\_t | 目标幅度值(dB) |
| 2 | objConfidence | 2^6 | uint16\_t | 目标置信值 |
| 4 | range | 2^6 | uint32\_t | 目标距离插值结果（m） |
|  |  |  |  |  |
| 参数长度 | 5+24\*n | | | | |
| 应答 |  | | | | |

#### 设置信息上报方式(0x11)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0x11 | | | |
| 消息描述 | 设置上报模式 | | | |
| 方向 | C2 🡪 雷达 | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | type | uint8\_t | 上报类型  0：检测信息上报  1：跟踪信息上报  2：波控信息上报  3：位置信息上报 |
| 1 | reserved | 保留字 | 字节对齐 |
| 1 | status | uint8\_t | 0：关闭上报  1：全部上报 |
| 1 | route | uint8\_t | 0：wifi  1：其他 |
| 1 | cycle | uint8\_t | 上报周期时间（ms） |
|  |  |  |  |
| 参数长度 | 5 | | | |
| 应答 | 有 | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0x11 | | | |
| 消息描述 | 获取检测目标信息 应答 | | | |
| 方向 | 雷达 🡪 C2 | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | status | uint8\_t | 0：失败  1：成功 |
|  |  |  |  |
| 参数长度 | 1 | | | |
| 应答 |  | | | |

#### 上传跟踪目标信息(0x12)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0x12 | | | | |
| 消息描述 | 上传跟踪目标信息 | | | | |
| 方向 | 雷达 🡪 C2 | | | | |
| 发送频率 | 根据设置和帧处理周期触发 | | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Scale | Type | Description |
| 1 | reserved | 1 | uint8\_t | 保留字 |
| 1 | trackObjNum | 1 | uint8\_t | 跟踪目标个数，最大目标个数64(MaxObjNum) |
| 1 | trackTwsNum | 1 | uint8\_t | TWS跟踪目标个数 |
| 1 | trackTasNum | 1 | uint8\_t | TAS跟踪目标个数 |
| 1 | trackObjByte | 1 | uint8\_t | 单个跟踪目标数据长度，由跟踪点数据定义决定 |
| 以下为目标数据，检测到多少个目标则有多少组目标数据 | | | | |
| 1 | id | 1 | uint8\_t | 最大目标个数64 |
| 1 | classification | 1 | uint8\_t | 目标类别，  0x00：未识别  0x01：无人机  0x02：单兵  0x03：车辆  0x04：鸟类  0x05：直升机  其他无效。 |
| 1 | classfyProb | 2^6 | uint8\_t | 目标类别概率 |
| 1 | existingProb | 2^6 | uint8\_t | 目标存在概率 |
| 1 | ambiguous | 1 | uint8\_t | 目标速度模糊标记  0x00代表速度无模糊  0x01代表速度存在模糊 |
| 1 | twsTasFlag | 1 | uint8\_t | 跟踪标识  0：TWS跟踪  1：TAS跟踪 |
| 1 | stateType | 1 | uint8\_t | 目标航迹类型  0：暂态航迹  1：稳态航迹 |
| 1 | motionType | 1 | uint8\_t | 运动类型：  0：未知  1：静止  2：悬停  3：靠近  4：远离  其他待定义 |
| 2 | azimuth | 2^6 | int16\_t | 目标方位角（°） |
| 4 | range | 2^6 | uint32\_t | 目标距离插值结果（m） |
| 2 | elevation | 2^6 | int16\_t | 目标俯仰角（°） |
| 2 | velocity | 2^6 | int16\_t | 目标径向运动速度（m/s） |
| 2 | dopplerChn | 1 | int16\_t | 目标多普勒滤波器插值结果 |
| 2 | mag | 2^6 | uint16\_t | 目标幅度值(dB) |
| 2 | absVel | 2^6 | int16\_t | 目标位移速度（m/s） |
| 2 | orientationAngle | 2^6 | int16\_t | 目标航向,目标运动方向与真北夹角(°) |
| 2 | alive | 1 | uint16\_t | 目标周期数 |
| 4 | x | 2^6 | int32\_t | x相对坐标（m） |
| 4 | y | 2^6 | int32\_t | y相对坐标（m） |
| 4 | z | 2^6 | int32\_t | z相对坐标（m） |
| 2 | vx | 2^6 | int16\_t | x方向相对速度（m/s） |
| 2 | vy | 2^6 | int16\_t | y方向相对速度（m/s） |
| 2 | vz | 2^6 | int16\_t | z方向相对速度（m/s） |
| 2 | ax | 2^6 | int16\_t | x方向相对加速度（m/s²） |
| 2 | ay | 2^6 | int16\_t | y方向相对加速度（m/s²） |
| 2 | az | 2^6 | int16\_t | z方向相对加速度（m/s²） |
| 2 | x\_variance | 2^6 | uint16\_t | x相对坐标方差 |
| 2 | y\_variance | 2^6 | uint16\_t | y相对坐标方差 |
| 2 | z\_variance | 2^6 | uint16\_t | z相对坐标方差 |
| 2 | vx\_variance | 2^6 | uint16\_t | x方向相对速度方差 |
| 2 | vy\_variance | 2^6 | uint16\_t | y方向相对速度方差 |
| 2 | vz\_variance | 2^6 | uint16\_t | z方向相对速度方差 |
| 2 | ax\_variance | 2^6 | uint16\_t | x方向相对加速度方差 |
| 2 | ay\_variance | 2^6 | uint16\_t | y方向相对加速度方差 |
| 2 | az\_variance | 2^6 | uint16\_t | z方向相对加速度方差 |
| 2 | forcastFrameNum | 1 | uint16\_t | 目标预测帧数 |
| 2 | associationNum | 1 | uint16\_t | 目标关联的检测点个数 |
| 4 | assocBit0 | 1 | uint32\_t | 关联检测点ID，bit位对应检测目标ID，0bit对应ID 0，31bit对应ID 31，位值为0时表示未关联对应ID目标，值为1时表示关联对应ID目标 |
| 4 | assocBit1 | 1 | uint32\_t | 关联检测点ID，bit位对应检测目标ID，0bit对应ID 32，31bit对应ID 63，位值为0时表示未关联对应ID目标，值为1时表示关联对应ID目标 |
|  |  |  |  |  |
| 参数长度 | 5+82\*n | | | | |
| 应答 |  | | | | |

#### 上传波控信息(0x14)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0x14 | | | | |
| 消息描述 | 上传波控信息 | | | | |
| 方向 | 雷达 🡪 C2 | | | | |
| 发送频率 | 根据设置和帧处理周期触发 | | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Scale | Type | Description |
| 1 | reserved | 1 | uint8\_t | 保留字 |
| 1 | aziBeamID | 1 | uint8\_t | 方位波束号，0~29，共30个，分别对应-58°：4°：58° |
| 1 | eleBeamID | 1 | uint8\_t | 俯仰波束号，0~3，共4个，分别对应-15°：10°：15° |
| 1 | trackTwsTasFlag | 1 | uint8\_t | 跟踪标识  0：TWS跟踪  1：TAS跟踪 |
| 1 | tasObjId | 1 | uint8\_t | TAS目标编号，仅TAS跟踪模式有效 |
| 1 | tasBeamTotal | 1 | uint8\_t | TAS波位扫描总个数，仅TAS跟踪模式有效 |
| 1 | tasBeamCntCur | 1 | uint8\_t | TAS波位扫描当前个数，仅TAS跟踪模式有效 |
| 2 | aziBeamSin | 2^15 | int16\_t | 方位波束指向的正弦值 |
| 2 | eleBeamSin | 2^15 | int16\_t | 俯仰波束指向的正弦值 |
| 2 | tasObjFilterNum | 1 | uint16\_t | TAS目标滤波器，TAS滤波器波门中心，TWS时无效 （滤波器号） |
| 2 | tasObjRange | 1 | uint16\_t | TAS目标距离单元数,目标距离单元数=（目标实际距离÷距离单元） |
| 2 | samplePntStart | 1 | uint16\_t | 起始采样点，起始采样位置，从PRI的上升沿开始计时，单位：0.2us |
| 2 | samplePntDepth | 1 | uint16\_t | 采样深度，从起始采样点开始计数，默认4096 |
| 2 | beamSwitchTime | 1 | uint16\_t | 波束切换时间，预留状态转换时间，单位：0.2us |
| 4 | wholeSpaceScanCycleCnt | 1 | uint32\_t | 全空域扫描周期计数，从0开始，每次搜索完一个全空域周期计数加1 |
|  |  |  |  |  |
| 参数长度 | 25 | | | | |
| 应答 |  | | | | |

#### 上传姿态信息(0x13)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0x13 | | | | |
| 消息描述 | 上传姿态信息 | | | | |
| 方向 | 雷达 🡪 C2 | | | | |
| 发送频率 | 根据设置和帧处理周期触发 | | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Scale | Type | Description |
| 1 | reserved | 1 | uint8\_t | 保留字 |
| 4 | heading | 2^15 | int32\_t | 航向角度，平台纵轴线在地理水平面内的的投影与真北的夹角，该夹角为平台纵轴线相对真北顺时针  转。取值范围：[0,360)度 |
| 4 | pitching | 2^15 | int32\_t | 纵摇角度，平台坐标系相对于地理坐标系在垂直平面内的摇摆角，平台前边高为正，平台后边高为负。取值范围：[-30,+30]度 |
| 4 | rolling | 2^15 | int32\_t | 横滚角度，平台坐标系相对于地理坐标系在中心平面内的摇摆角，平台左边高为正，平台右边高为负。取值范围：[-45,+45]度 |
| 4 | longitude | 2^15 | int32\_t | 地球椭圆体格林子午面与平台所在点子午面之间不大于180°的夹角。点位在东半球叫东经，符号规定为正（或E）；在西半球叫西经，符号规定为负（或W）。  取值范围：[-180,+180]度 |
| 4 | latitude | 2^15 | int32\_t | 地球椭圆体子午线上平台所在点的法线与赤道面的夹角，点位在北半球叫北纬，符号规定为正（或N）；点位在南半球叫南纬，符号为负（或S）。  取值范围：[-90,+90]度 |
| 4 | altitude | 2^7 | int32\_t | 海拔高度（m） |
| 4 | velocityNavi | 2^7 | int32\_t | 导航速度（m/s） |
| 2\*6 | targetTimeMark | 1 | uint16\_t | 目标时标（绝对时间）：（年、月、日、时、分、秒、毫秒、微秒，共11个字节），其中，年为两个字节、毫秒指的是以1ms以周期为步进的计数值,2个字节表示毫秒，2个字节表示微秒，其余均为1个字节。信号处理器以北斗送来的秒脉冲作为授时同步信号 |
| 4 | sigProcRelativeTime | 2^7 | uint32\_t | 信处的相对时间（精确到1ms），由PS侧计时 |
|  |  |  |  |  |
| 参数长度 | 45 | | | | |
| 应答 |  | | | | |

#### 获取波控配置信息(0x15)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0x15 | | | |
| 消息描述 | 获取波控配置信息 | | | |
| 方向 | C2 🡪 雷达 | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | reserved | uint8\_t | 保留子，字节对齐 |
|  |  |  |  |
| 参数长度 | 1 | | | |
| 应答 | 有 | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0x15 | | | | |
| 消息描述 | 获取波控配置信息 应答 | | | | |
| 方向 | 雷达 🡪 C2 | | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Scale | Type | Description |
| 1 | trSwitchCtrl | 1 | uint8\_t | 组件开关控制，FF：全开，00：全关；01：只打开中间1/8个通道；02：打开中间1/4个通道；04：打开1/2个通道；08：打开所有通道；其他：全关； |
| 1 | workMode | 1 | uint8\_t | 工作方式，0x00：搜索模式， 0x01：跟踪模式； |
| 1 | workWaveCode | 1 | uint8\_t | 工作波形码，不同模式波形要求见下表 |
| 1 | workFreqCode | 1 | uint8\_t | 工作频点，0-2，共计三个频率点； |
| 1 | prfPeriod | 1 | uint8\_t | PRF周期，0x00：1#PRF号；0x01：2#PRF号 |
| 1 | accuNum | 1 | uint8\_t | 积累点数控制，0为64点，1为32点，默认1 |
| 1 | cohesionVelThre | 1 | uint8\_t | 凝聚速度门限，信处凝聚速度滤波器门限，值域范围[0,63] |
| 1 | cohesionRgnThre | 1 | uint8\_t | 凝聚距离门限，信处距离凝聚门限，单位：距离单元； |
| 1 | clutterMapSwitch | 1 | uint8\_t | 杂波图开关，0为打开，1为关闭，默认1 |
| 1 | clutterMapUpdateCoef | 1 | uint8\_t | 杂波图更新系数，无符号数，值域范围[0,255] |
| 1 | aziCalcSlope | 1 | int8\_t | 方位测角斜率，值域范围[-128,127] |
| 1 | aziCalcPhase | 1 | int8\_t | 方位测角相位，值域范围[0,36] |
| 1 | eleCalcSlope | 1 | int8\_t | 俯仰测角斜率，值域范围[-128,127] |
| 1 | eleCalcPhase | 1 | int8\_t | 俯仰测角相位，值域范围[0,36] |
| 1 | aziScanCenter | 1 | int8\_t | 方位扫描中心， -60°～+60°，默认为0 |
| 1 | aziScanScope | 1 | uint8\_t | 方位扫描范围， 0、20、40、90、120，默认为120 |
| 1 | eleScanCenter | 1 | int8\_t | 俯仰扫描中心，-20°～+20°，默认为0 |
| 1 | eleScanScope | 1 | uint8\_t | 俯仰扫描范围，0、10、20、40，默认为40 |
| 2 | coherentDetectSwitch | 1 | uint16\_t | 相关检测开关，小目标相关检测开关： 1代表开（相关后上报），0代表关（不相关，直接上报），默认为0 |
| 2 | noiseCoef | 2^7 | uint16\_t | 噪声门限系数 |
| 2 | clutterCoef | 2^7 | uint16\_t | 杂波图门限系数 |
| 2 | cfarCoef | 2^7 | uint16\_t | 恒虚警门限系数 |
| 2 | focusRangeMin | 1 | uint16\_t | 重点关注距离范围下限，最小作用距离单元 |
| 2 | focusRangeMax | 1 | uint16\_t | 重点关注距离范围上限，最大作用距离单元 |
| 2 | clutterCurveNum | 1 | int16\_t | 抠杂波点数，值域范围[0,63] |
| 2 | lobeCompCoef | 2^7 | int16\_t | 波瓣压缩，输入最小0.5，最大4 |
|  |  |  |  |  |
| 参数长度 | 33 | | | | |
| 应答 |  | | | | |

注：

目标径向速度≥48km/h，需重新计算目标的径向速度，建航后根据前后两点计算，一点时暂时不计算；

处理波形参数如下表所示：

**跟踪波形设计**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 变量 | 含义 | 波形1 | 波形2 | 波形2 | 波形3 | 波形4 |
| 1 | Rmax | 目标最大距离 | 6km | 3.072km | 1.536km | 768m | 384m |
| 2 | τm | 最大目标时延 | 40us | 20us | 10us | 5us | 2.5us |
| 3 | B | 信号调制带宽 | 50MHz | 50MHz | 50MHz | 50MHz | 50MHz |
| 4 | N | 采样点数 | 4096 | 2048 | 1024 | 512 | 256 |
| 5 | τs | 采样窗时间 | 163.84us | 81.92us | 40.96us | 20.48us | 10.24us |
| 6 | tw | 扫频回落时间 | 15us | 15us | 15us | 15us | 15us |
| 7 | B0 | 有效信号带宽 | 40.2MHz | 40.2MHz | 40.2MHz | 40.2MHz | 40.2MHz |
| 8 | T0 | 调制周期 | 203.64us | 101.92us | 50.96us | 25.48us | 12.74us |
| 9 | Prt | 脉冲重复周期 | 218.64us | 116.92us | 65.96us | 40.48us | 27.74us |
| 10 | IF | 差拍中频回波 | 9.8MHz | 9.8MHz | 9.8 MHz | 9.8 MHz | 9.8 MHz |
| 11 | CPI | 波位驻留时间 | 6996.48us | 3742us | 2111us | 1296us | * + 1. us |

### 雷达控制指令ID 0xC\*

**表3.5.6 业务信息ID（C2 -> 雷达）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **消息ID** | **宏定义** | **说明** |
| 1 | C1 | ID\_START\_DETECT | 雷达开始发波 |
| 2 | C2 | ID\_CLOSE\_DETECT | 雷达结束发波 |
| 3 | C4 | ID\_SET\_BEAM\_SCHEDULING\_SIZE | 波控范围设置 |

#### 雷达开始发波(0xC1)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xC1 | | | |
| 消息描述 | 雷达开始检测 | | | |
| 方向 | C2 🡪 雷达 | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
|  |  |  |  |
| 参数长度 | 0 | | | |
| 应答 | 有 | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xC1 | | | |
| 消息描述 | 雷达开始检测 应答 | | | |
| 方向 | 雷达 🡪 C2 | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | status | uint8\_t | 0：成功  1：失败 |
|  |  |  |  |
| 参数长度 | 1 | | | |
| 应答 |  | | | |

#### 雷达结束发波(0xC2)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xC2 | | | |
| 消息描述 | 雷达结束检测 | | | |
| 方向 | C2 🡪 雷达 | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
|  |  |  |  |
| 参数长度 | 0 | | | |
| 应答 | 有 | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xC2 | | | |
| 消息描述 | 雷达结束检测 应答 | | | |
| 方向 | 雷达 🡪 C2 | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | status | uint8\_t | 0：成功  1：失败 |
|  |  |  |  |
| 参数长度 | 1 | | | |
| 应答 |  | | | |

#### 波控范围设置(0xC4)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xC4 | | | |
| 消息描述 | 波控范围设置 | | | |
| 方向 | C2 🡪 雷达 | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | eleScanCenter | int8\_t | 俯仰扫描中心位置 |
| 1 | eleScanScope | uint8\_t | 俯仰扫描范围 |
| 1 | aziScanCenter | int8\_t | 方位扫描中心位置 |
| 1 | aziScanScope | uint8\_t | 方位扫描范围 |
|  |  |  |  |
| 参数长度 | 4 | | | |
| 应答 | 有 | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xC4 | | | |
| 消息描述 | 波控范围设置 应答 | | | |
| 方向 | 雷达 🡪 C2 | | | |
| 发送频率 | C2触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | status | uint8\_t | 0：成功  1：失败 |
|  |  |  |  |
| 参数长度 | 1 | | | |
| 应答 |  | | | |

#### 雷达姿态开始标定(0xCB)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xCB | | | |
| 消息描述 | 雷达姿态开始标定 | | | |
| 方向 | 🡪 雷达 | | | |
| 发送频率 | 用户触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
|  |  |  |  |
| 参数长度 | 0 | | | |
| 应答 | 有 | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xCB | | | |
| 消息描述 | 雷达姿态开始标定 应答 | | | |
| 方向 | 雷达 🡪 | | | |
| 发送频率 | 用户触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | status | uint8\_t | 0：成功  1：失败 |
|  |  |  |  |
| 参数长度 | 1 | | | |
| 应答 |  | | | |

#### 雷达姿态校准结果(0xCC)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xCC | | | | |
| 消息描述 | 雷达姿态校准结果 | | | | |
| 方向 | 雷达 🡪 | | | | |
| 发送频率 | 标定后触发 | | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Scale | Type | Description |
| 4 | uLongitude | 2^15 | uint32\_t | 经度（单位为度） |
| 4 | uLatitude | 2^15 | uint32\_t | 纬度（单位为度） |
| 4 | uAltitude | 2^15 | uint32\_t | 海拔（单位为米） |
| 4 | uHeading | 2^15 | uint32\_t | 方位（单位为度） |
| 4 | uPitching | 2^15 | uint32\_t | 俯仰（单位为度） |
| 4 | uRolling | 2^15 | uint32\_t | 横滚（单位为度） |
| 参数长度 | 24 | | | | |
| 应答 |  | | | | |

#### 雷达姿态手动校准数据(0xCD)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xCD | | | | |
| 消息描述 | 雷达姿态手动校准数据 | | | | |
| 方向 | 🡪 雷达 | | | | |
| 发送频率 | 用户触发 | | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Scale | Type | Description |
| 4 | uLongitude | 2^15 | uint32\_t | 经度（单位为度） |
| 4 | uLatitude | 2^15 | uint32\_t | 纬度（单位为度） |
| 4 | uAltitude | 2^15 | uint32\_t | 海拔（单位为米） |
| 4 | uHeading | 2^15 | uint32\_t | 方位（单位为度） |
| 4 | uPitching | 2^15 | uint32\_t | 俯仰（单位为度） |
| 4 | uRolling | 2^15 | uint32\_t | 横滚（单位为度） |
| 参数长度 | 24 | | | | |
| 应答 | 有 | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 消息ID | 0xCD | | | |
| 消息描述 | 雷达姿态手动校准数据应答 | | | |
| 方向 | 雷达 🡪 | | | |
| 发送频率 | 用户触发 | | | |
| 参数payload | 字节 | Name | Type | Description |
| 1 | status | uint8\_t | 0：成功  1：失败 |
|  |  |  |  |
| 参数长度 | 1 | | | |
| 应答 |  | | | |

## 示例

请求信道 B3 指令

FD 16 00 00 06 13 B3 00 DF 52 41 44 41 52 5F 31 32 33 34 35 36 00 36 00 9D 5C A8 C0 C0 17 01 3D 1C