|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  |  |  | | --- | --- | --- | | 文档状态： | 文档编号： |  | | [ ] Draft  [√] Released  [ ] Modifying | 编 撰： | 罗万 | | 编撰日期： | 2016.8.16 | | 保密级别： | 秘密 | | 文档版本： | 0.2 | | 保密期限 | 3年 | |
|  |
| 核心板与扩展版  通讯方案设计 | |
| **大连楼兰科技股份有限公司** | |

项 目 版 本 历 史

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **日期** | **版本** | **说明** | **作者** | **审核** |
| 2016.06.15 | 0.1 | 初稿 | 罗万 |  |
| 2016.06.17 | 0.2 | 添加传感器、运动接口；  完善报文加密；  完善CRC算法 | 罗万，孙凯 |  |
| 2016.07.20 | 0.1 | 对于控制命令增加报错机制。 | 罗万，孙凯 |  |
| 2016.07.28 | 0.1 | 删除部分运动控制指令，修改运动控制数据格式。 | 罗万，孙凯 |  |
| 2016.07.28 | 0.1 | 删除部分运动控制指令，修改运动控制数据格式。 | 罗万，孙凯 |  |
| 2016.08.03 | 0.1 | 修改数据类型。 | 罗万，孙凯 |  |
| 2016.08.15 | 0.1 | 数据类型修正。 | 罗万，孙凯 |  |
| 2016.08.16 | 0.1 | 数据类型修正。 | 罗万，孙凯 |  |

目录

[1 目标 5](#_Toc20521)

[2 名词解释 5](#_Toc32420)

[3 报文组包规则 5](#_Toc7117)

[4 CRC算法 5](#_Toc23663)

[5 上下位机心跳 8](#_Toc23651)

[6 报文加密算法 8](#_Toc14444)

[6.1 加密方案 8](#_Toc27735)

[6.2 加密方法 8](#_Toc9585)

[7 通讯接口定义 9](#_Toc13502)

[7.1 机器人本体监测 9](#_Toc27512)

[7.1.1 自检 9](#_Toc7191)

[7.1.2 电池温度 10](#_Toc17346)

[7.1.3 电池电量 10](#_Toc14426)

[7.1.4 机器人姿态 10](#_Toc3901)

[7.2 传感器 11](#_Toc17988)

[7.2.1 体温 11](#_Toc8462)

[7.2.2 血压 11](#_Toc14401)

[7.2.3 血糖 12](#_Toc18024)

[7.2.4 身高 12](#_Toc354)

[7.2.5 体重 13](#_Toc15894)

[7.2.6 环境温湿度 13](#_Toc9535)

[7.2.7 异常气体 13](#_Toc9575)

[7.2.8 PM2.5 14](#_Toc7097)

[7.2.9 气压 14](#_Toc19798)

[7.2.10 障碍物距离 15](#_Toc20468)

[7.3 运动 15](#_Toc16939)

[7.3.1 头部运动 15](#_Toc31749)

[7.3.2 腰部运动 16](#_Toc24805)

[7.3.3 膝关节运动 16](#_Toc28455)

[7.3.4 手臂运动 16](#_Toc28972)

[7.3.5 平面运动 16](#_Toc31343)

[7.3.6 运动模式 19](#_Toc12190)

[7.4 语音 20](#_Toc24669)

[7.4.1 声源定位 20](#_Toc21422)

[7.4.2 唤醒 20](#_Toc17852)

[7.5 LED灯 21](#_Toc13693)

[7.5.1 照明灯 21](#_Toc22186)

[7.5.2 表情彩色LED 21](#_Toc6979)

[7.6 告警 22](#_Toc10437)

[7.6.1 电池告警 22](#_Toc13131)

[7.6.2 跌倒告警 22](#_Toc27592)

[7.6.3 避障告警 23](#_Toc9874)

核心板（A83T）和扩展版（F103）

通讯方案设计

# 目标

本方案基于智能小球和销售机器人项目编制，同样适合于以后的其他机器人项目，如扫地车等。

# 名词解释

核心板：全志A83T核心板，软件环境：Android，或者Linux，在本方案中作为“上位机”；

扩展板： STM32\_F103 ，在本方案中作为“下位机”

# 报文组包规则

通讯报文由四个部分组成：报文头 + 功能码 + 数据 + CRC校验

报文头：1个字节，固定为0XF1

功能码：2个字节

数据：由2部分组成，数据内容长度 + 数据内容，长度用1个字节，数据内容限制在256个字节以内。

CRC校验：2字节，参见下文“CRC算法”

# CRC算法

该部分将描述计算CRC-16的过程。在帧中的有关的字节被义为是一串二进制数据(0,1)。第16位校验和是这样得到的：该串数据流被216乘，然后除以发生器多项式(X16+X15+X2+1)，该式以二进制表示为1100000000000101，商被忽略，16位的余数就是CRC的值。

在计算CRC-16值时，全部算术运算可采用MODULE TWO算法或者XOR算法。

按照下列步骤产生CRC-16的校验和：

1. 将全部1或者16进制0xFFFF装入16位寄存器;
2. 用16位寄存器中低字节对第一个字节数据进行XOR运算，把结果存入16位寄存器;
3. 把16位寄存器向右移1位。如果溢出位为1，则转向第4步骤，否则转向第5步骤;
4. 用16进制的A001对16位寄存器执行XOR运算，并且把结果存入16位寄存器;
5. 重复步骤3，直到移位8次为止;
6. 用16位寄存器的低字节对下一个字节数据进行XOR运算，将结果存入16位寄存器;
7. 重复步骤4-6，直到所有数据都已经用16位寄存器执行了上述运算为止。

16位寄存器的内容就是CRC-16校验码。

1. **CRC-16校验C代码**

//余式表高字节

const uint8\_t FHCRCHi[] = {

0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,

0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,

0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,

0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,

0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81,

0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0,

0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01,

0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,

0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,

0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,

0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,

0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,

0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,

0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,

0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01,

0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,

0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,

0x40

};

//余式表低字节

const uint8\_t FHCRCLo[] = {

0x00, 0xC0, 0xC1, 0x01, 0xC3, 0x03, 0x02, 0xC2, 0xC6, 0x06, 0x07, 0xC7, 0x05, 0xC5, 0xC4,

0x04, 0xCC, 0x0C, 0x0D, 0xCD, 0x0F, 0xCF, 0xCE, 0x0E, 0x0A, 0xCA, 0xCB, 0x0B, 0xC9, 0x09,

0x08, 0xC8, 0xD8, 0x18, 0x19, 0xD9, 0x1B, 0xDB, 0xDA, 0x1A, 0x1E, 0xDE, 0xDF, 0x1F, 0xDD,

0x1D, 0x1C, 0xDC, 0x14, 0xD4, 0xD5, 0x15, 0xD7, 0x17, 0x16, 0xD6, 0xD2, 0x12, 0x13, 0xD3,

0x11, 0xD1, 0xD0, 0x10, 0xF0, 0x30, 0x31, 0xF1, 0x33, 0xF3, 0xF2, 0x32, 0x36, 0xF6, 0xF7,

0x37, 0xF5, 0x35, 0x34, 0xF4, 0x3C, 0xFC, 0xFD, 0x3D, 0xFF, 0x3F, 0x3E, 0xFE, 0xFA, 0x3A,

0x3B, 0xFB, 0x39, 0xF9, 0xF8, 0x38, 0x28, 0xE8, 0xE9, 0x29, 0xEB, 0x2B, 0x2A, 0xEA, 0xEE,

0x2E, 0x2F, 0xEF, 0x2D, 0xED, 0xEC, 0x2C, 0xE4, 0x24, 0x25, 0xE5, 0x27, 0xE7, 0xE6, 0x26,

0x22, 0xE2, 0xE3, 0x23, 0xE1, 0x21, 0x20, 0xE0, 0xA0, 0x60, 0x61, 0xA1, 0x63, 0xA3, 0xA2,

0x62, 0x66, 0xA6, 0xA7, 0x67, 0xA5, 0x65, 0x64, 0xA4, 0x6C, 0xAC, 0xAD, 0x6D, 0xAF, 0x6F,

0x6E, 0xAE, 0xAA, 0x6A, 0x6B, 0xAB, 0x69, 0xA9, 0xA8, 0x68, 0x78, 0xB8, 0xB9, 0x79, 0xBB,

0x7B, 0x7A, 0xBA, 0xBE, 0x7E, 0x7F, 0xBF, 0x7D, 0xBD, 0xBC, 0x7C, 0xB4, 0x74, 0x75, 0xB5,

0x77, 0xB7, 0xB6, 0x76, 0x72, 0xB2, 0xB3, 0x73, 0xB1, 0x71, 0x70, 0xB0, 0x50, 0x90, 0x91,

0x51, 0x93, 0x53, 0x52, 0x92, 0x96, 0x56, 0x57, 0x97, 0x55, 0x95, 0x94, 0x54, 0x9C, 0x5C,

0x5D, 0x9D, 0x5F, 0x9F, 0x9E, 0x5E, 0x5A, 0x9A, 0x9B, 0x5B, 0x99, 0x59, 0x58, 0x98, 0x88,

0x48, 0x49, 0x89, 0x4B, 0x8B, 0x8A, 0x4A, 0x4E, 0x8E, 0x8F, 0x4F, 0x8D, 0x4D, 0x4C, 0x8C,

0x44, 0x84, 0x85, 0x45, 0x87, 0x47, 0x46, 0x86, 0x82, 0x42, 0x43, 0x83, 0x41, 0x81, 0x80,

0x40

};

/\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

\* 函数名 : CRC16Bytes

\* 描述 : 多字节校验函数

\* 输入参数 : szBuf--数据指针，指向待校验数据数组，nLen--待校验数据字节数

\* 返回参数 : index--16位CRC校验码。

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*/

static uint16\_t CRC16Bytes(uint8\_t \*szBuf, uint8\_t nLen)

{

//\*\*\*\*\*\*\*\*\*CRC校验变量\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*//

uint8\_t hi=0xFF;

uint8\_t lo=0xFF;

uint16\_t index;

if ( szBuf == 0 || nLen <= 0 ) return 0;

while ( nLen-- )

{

index = lo ^ (uint8\_t)\*szBuf++;

lo = hi ^ FHCRCHi[index];

hi = FHCRCLo[index];

}

index = lo << 8;

index |= hi;

return(index);

}

# 上下位机心跳

在上下位机连续20ms没有通信的情况下，由上位机请求，下位机响应。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 请求 | | | | | |
| **功能编码** | 1000 | | | | |
| **接口描述** |  | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1000 | 4 | xx |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则： | | | | |
| 响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1000 | 4 | xx |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则： | | | | |

# 报文加密算法

## 加密方案

针对功能编码域和数字域进行加密，防止非法设备通过串口/CAN操作底层扩展设备。

包头1字节和CRC16校验码两字节不做加密处理；即请求报文的CRC16校验码是按明文计算得到的校验码，响应报文时先对加密的报文进行解密后再做CRC16校对。

## 加密方法

本方案采用AES加密。

AES，Advanced Encryption Standard，是一个使用128为分组块的分组加密算法，分组块和128、192或256位的密钥一起作为输入，对4×4的字节数组上进行操作。AES的每一轮加密都包含4个阶段，分别是AddRoundKey，SubBytes，ShiftRows，和MixColumns。AES是种十分高效的算法，尤其在8位架构中，这源于它面向字节的设计。AES 适用于8位的小型单片机或者普通的32位微处理器，并且适合用专门的硬件实现，硬件实现能够使其吞吐量（每秒可以到达的加密/解密bit数）达到十亿量级。同样，其也适用于RFID系统。高效的实现和算法的免费使用为AES在无线局域网和后来出现的相关协议中的应用铺平了道路。

# 通讯接口定义

功能编码分段如下：

* 预留功能编码：1000 至 1099，共计100个；
* 机器人本体监测功能编码：1100 至 1199，共计100个；
* 传感器功能编码：1200 至 1299，共计100个；
* 运动功能编码：1300 至 1699，共计400个；
* 语音功能编码：1700 至 1799，共计100个；
* LED灯功能编码：1800 至 1899，共计100个；
* 告警功能编码：9900 至 9999，共计100个。

## 机器人本体监测

功能编码数值范围：1100 至 1199，共计100个。

注：备注说明栏中的数据范围按十进制数据给出。

### 自检

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 请求 | | | | | |
| **功能编码** | 1100 | | | | |
| **接口描述** |  | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1100 | 0 | NULL |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [无数据] | | | | |
| 响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1100 | x | …… |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  错误设备数（1字节）+  [设备ID（1字节）+错误码（2字节）] +  ……  [设备ID（1字节）+错误码（2字节）]  （注：错误码待设备初步调试后给出） | | | | |

### 电池温度

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 请求 | | | | | |
| **功能编码** | 1101 | | | | |
| **接口描述** |  | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1101 | 0 | NULL |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [无数据] | | | | |
| 响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1101 | 1 | xx |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  数据类型：int16\_t；  组包规则：数据为2字节,高字节在前  数据说明：按实际数据放大10倍；  数据范围：  数据单位：℃。 | | | | |

### 电池电量

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 请求 | | | | | |
| **功能编码** | 1102 | | | | |
| **接口描述** |  | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1102 | 0 | NULL |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [无数据] | | | | |
| 响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1102 | 1 | xx |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  数据类型：uint8\_t；  组包规则：数据为字节  数据说明：折算为电量的百分数；  数据范围：0--100；  数据单位：无 | | | | |

### 机器人姿态

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 请求 | | | | | |
| **功能编码** | 1103 | | | | |
| **接口描述** |  | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1103 | 0 | NULL |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [无数据] | | | | |
| 响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1103 | 1 | xx |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  数据类型：int16\_t；  组包规则：俯仰角度2字节 + 翻滚角度2字节 + 航向角度2字节，高字节在前；  数据说明：按实际数据放大10倍；  数据范围：俯仰角：-900<--—>+9000,翻滚角：-1800<--—>+1800,航向角：-1800<--—>+1800；  数据单位：° | | | | |

## 传感器

编码数值范围：1200 至 1299，共计100个。

### 体温

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 请求 | | | | | |
| **功能编码** | 1200 | | | | |
| **接口描述** |  | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1200 | 0 | NULL |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [无数据] | | | | |
| 响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1200 | 1 | xx |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  数据类型：uint16\_t；  组包规则：数据为2字节,高字节在前；  数据说明：按实际数据放大10倍；  数据范围：  数据单位：℃。 | | | | |

### 血压

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 请求 | | | | | |
| **功能编码** | 1201 | | | | |
| **接口描述** |  | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1201 | 0 | NULL |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [无数据] | | | | |
| 响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1201 | 1 | xx |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  数据类型：uint16\_t；  组包规则：收缩压2字节 + 舒张压2字节，高字节在前；  数据说明：按实际数据放大10倍；  数据范围：  数据单位：mmHg。。 | | | | |

### 血糖

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 请求 | | | | | |
| **功能编码** | 1202 | | | | |
| **接口描述** |  | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1202 | 0 | NULL |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [无数据] | | | | |
| 响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1202 | 1 | xx |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  数据类型：uint16\_t；  组包规则：数据为2字节，高字节在前；  数据说明：按实际数据放大10倍；  数据范围：  数据单位：mmol/L。 | | | | |

### 身高

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 请求 | | | | | |
| **功能编码** | 1203 | | | | |
| **接口描述** |  | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1203 | 0 | NULL |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [无数据] | | | | |
| 响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1203 | 1 | xx |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  数据类型：uint8\_t；  组包规则：数据为1字节；  数据说明：按实际数据；  数据范围：0--255  数据单位：mm。 | | | | |

### 体重

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 请求 | | | | | |
| **功能编码** | 1204 | | | | |
| **接口描述** |  | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1204 | 0 | NULL |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [无数据] | | | | |
| 响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1204 | 1 | xx |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  数据类型：uint16\_t；  组包规则：数据为2字节,高字节在前；  数据说明：按实际数据放大10倍；  数据范围：  数据单位：Kg。 | | | | |

### 环境温湿度

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 请求 | | | | | |
| **功能编码** | 1205 | | | | |
| **接口描述** | 数据域组包规则：  [无数据] | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1205 | 0 | NULL |  |
| **备注说明** |  | | | | |
| 响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1205 | 1 | xx |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  数据类型：温度：int16\_t，湿度uint16\_t；  组包规则：温度2字节，高字节在前 + 湿度2字节，高字节在前；  数据说明：按实际数据放大10倍；  数据范围：温度：，湿度：0--1000；  数据单位：温度：℃，湿度：RH%(相对湿度)。 | | | | |

### 异常气体

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 请求 | | | | | |
| **功能编码** | 1206 | | | | |
| **接口描述** | 数据域组包规则：  [无数据] | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1206 | 0 | NULL |  |
| **备注说明** |  | | | | |
| 响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1206 | 1 | xx |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  数据类型：；  组包规则：；  数据说明：  数据范围：  数据单位：。  [浓度超限标记（1字节）+ 浓度值整数部分（1字节） +浓度值小数部分（1字节）] | | | | |

### PM2.5

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 请求 | | | | | |
| **功能编码** | 1207 | | | | |
| **接口描述** | 数据域组包规则：  [无数据] | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1207 | 0 | NULL |  |
| **备注说明** |  | | | | |
| 响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1207 | 1 | xx |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  数据类型：；  组包规则：；  数据说明：  数据范围：  数据单位：。  [PM2.5值2字节，高字节在前] | | | | |

### 气压

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 请求 | | | | | |
| **功能编码** | 1208 | | | | |
| **接口描述** |  | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1208 | 0 | NULL |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [无数据] | | | | |
| 响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1208 | 1 | xx |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  数据类型：int32\_t；  组包规则：数据长度4字节，高字节在前；  数据说明：按实际数据放大10倍；  数据范围：  数据单位：Pa。 | | | | |

### 障碍物距离

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 请求 | | | | | |
| **功能编码** | 1209 | | | | |
| **接口描述** |  | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1209 | 0 | NULL |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [无数据] | | | | |
| 响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1209 | 1 | xx |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  数据类型：超声波测距：uint16\_t，红外测距：uint8\_t；  组包规则：传感器1 + 传感器2 + 传感器3（高字节在前） + 红外传感器（1字节)  数据说明：目前设置3路超声波传感器，测量数据为模拟量，即实际障碍物距离，设置8路红外传感器，测量数据为数字量，8路红外传感器数据整合成一个字节  数据范围：超声波传感器：0--300，红外传感器0、1；  数据单位：超声波传感器：mm，红外传感器：无。 | | | | |

## 运动

功能编码数值范围：1300 至 1699，共计400个。

### 头部运动

运动控制：下位机接收到运动控制命令后，立即响应；如果动作在2s内完成不再返回信息，如果2s内动作没有执行到位则以错误代码紧急推送至上位机。

1. 俯仰

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 请求 | | | | | | | | |
| **功能编码** | 1300 | | | | | | | |
| **接口描述** |  | | | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | | | **数据** | **CRC** | |
|  | 1300 | 1 | | | xx |  | |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  数据类型：uint8\_t；  组包规则：角速度1字节 + 转角1字节；  数据说明：按实际数据,分辨率为：1°；  数据范围：角速度：0--180，转角：0--180  数据单位：°。  （注：下位机视具体情况确定俯仰的角度） | | | | | | | |
| 响应（立即） | | | | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | | **数据长度** | **数据** | | | **CRC** |
|  | 1300 | | 1 | xx | | |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  数据类型：uint8\_t；  组包规则：角速度1字节 + 转角1字节；  数据说明：按实际数据,分辨率为：1°；  数据范围：角速度：0--180，转角：0--180  数据单位：°。  （注：下位机视具体情况确定俯仰的角度） | | | | | | | |
| 紧急推送（动作2s内未完成） | | | | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | | **数据长度** | **数据** | | | **CRC** |
|  | 9903 | | 1 | xx | | |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  说明：数据为2s时动作未完成的俯仰角度值。  数据类型：uint8\_t；  组包规则：角速度1字节 + 转角1字节；  数据说明：按实际数据,分辨率为：1°；  数据范围：角速度：0--180，转角：0--180  数据单位：°。  （注：下位机视具体情况确定俯仰的角度） | | | | | | | |

1. 旋转

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 请求 | | | | | | | | |
| **功能编码** | 1301 | | | | | | | |
| **接口描述** |  | | | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | | | **数据** | **CRC** | |
|  | 1301 | 1 | | | xx |  | |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  数据类型：uint8\_t；  组包规则：角速度1字节 + 转角1字节；  数据说明：按实际数据,分辨率为：1°；  数据范围：角速度：0--180，转角：0--180  数据单位：°。  （注：下位机视具体情况确定俯仰的角度） | | | | | | | |
| 响应（立即） | | | | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | | **数据长度** | **数据** | | | **CRC** |
|  | 1301 | | 1 | xx | | |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  数据类型：uint8\_t；  组包规则：角速度1字节 + 转角1字节；  数据说明：按实际数据,分辨率为：1°；  数据范围：角速度：0--180，转角：0--180  数据单位：°。  （注：下位机视具体情况确定俯仰的角度） | | | | | | | |
| 紧急推送（动作2s内未完成） | | | | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | | **数据长度** | **数据** | | | **CRC** |
|  | 9904 | | 1 | xx | | |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  说明：数据为2s时动作未完成的旋转角度值。  数据类型：uint8\_t；  组包规则：角速度1字节 + 转角1字节；  数据说明：按实际数据,分辨率为：1°；  数据范围：角速度：0--180，转角：0--180  数据单位：°。  （注：下位机视具体情况确定俯仰的角度） | | | | | | | |

### 腰部运动

1. 俯仰
2. 旋转
3. 扭动

### 膝关节运动

1. 俯仰

### 手臂运动

1. 左手臂
2. 右手臂

### 平面运动

1. 停止

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 请求 | | | | | | | | |
| **功能编码** | 1302 | | | | | | | |
| **接口描述** |  | | | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | | | **数据** | **CRC** | |
|  | 1302 | 0 | | | NULL |  | |
| **备注说明** | 数据域组包规则： | | | | | | | |
| 响应（立即） | | | | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | | **数据长度** | **数据** | | | **CRC** |
|  | 1302 | | 0 | NULL | | |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则： | | | | | | | |
| 紧急推送（动作2s内未完成） | | | | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | | **数据长度** | **数据** | | | **CRC** |
|  | 9905 | | 1 | xx | | |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  说明：数据为2s时动作未完成的速度值和航向角值。  数据类型：速度：uint16\_t,航向角：int16\_t；  组包规则：速度2字节，高字节在前 + 航向角2字节，高字节在前；  数据说明：速度分辨率：1mm/s,航向角分辨率为：1°；  数据范围：速度：0-300，航向角-180<-->+180  数据单位：速度：mm/s,航向角单位：°。 | | | | | | | |

1. 运动

说明：运动方向由航向角决定。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 请求 | | | | | | | | | |
| **功能编码** | 1303 | | | | | | | | |
| **接口描述** |  | | | | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | | **数据长度** | | **数据** | | **CRC** | |
|  | 1303 | | 1 | | xx | |  | |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  数据类型：速度：uint16\_t,航向角：int16\_t；  组包规则：速度2字节，高字节在前 + 航向角2字节，高字节在前；  数据说明：速度分辨率：1mm/s,航向角分辨率为：1°；  数据范围：速度：0-300，航向角-180<-->+180  数据单位：速度：mm/s,航向角单位：°。 | | | | | | | | |
| 响应 | | | | | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | | **数据长度** | | **数据** | | **CRC** | |
|  | 1303 | | 1 | | xx | |  | |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  数据类型：速度：uint16\_t,航向角：int16\_t；  组包规则：速度2字节，高字节在前 + 航向角2字节，高字节在前；  数据说明：速度分辨率：1mm/s,航向角分辨率为：1°；  数据范围：速度：0-300，航向角-180<-->+180  数据单位：速度：mm/s,航向角单位：°。 | | | | | | | | |
| 紧急推送（动作2s内未完成） | | | | | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | | **功能编码** | | **数据长度** | | **数据** | | **CRC** |
|  | | 9906 | | 1 | | xx | |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  说明：数据为2s时动作未完成的速度值和航向角值。  数据类型：速度：uint16\_t,航向角：int16\_t；  组包规则：速度2字节，高字节在前 + 航向角2字节，高字节在前；  数据说明：速度分辨率：1mm/s,航向角分辨率为：1°；  数据范围：速度：0-300，航向角-180<-->+180  数据单位：速度：mm/s,航向角单位：°。 | | | | | | | | |

### 运动模式

1. 自由运动

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 请求 | | | | | |
| **功能编码** | 1307 | | | | |
| **接口描述** |  | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1307 | 0 | NULL |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [无数据] | | | | |
| 响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1307 | 1 | xx |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [返回值（1字节）]  返回值，= 0 收到；非 0 不识别 | | | | |

1. 受控运动

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 请求 | | | | | |
| **功能编码** | 1308 | | | | |
| **接口描述** |  | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1308 | 0 | NULL |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [无数据] | | | | |
| 响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1308 | 1 | xx |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [返回值（1字节）]  返回值，= 0 收到；非 0 不识别 | | | | |

## 语音

功能编码数值范围：1700 至 1799，共计100个。

### 声源定位

声源定位是下位机主动向上位机推送。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 下位机推送 | | | | | |
| **功能编码** | 1700 | | | | |
| **接口描述** |  | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1700 | 1 | xx |  |
| **备注说明** | 数据说明：声源数据为一个0-360°的值，指示声源的方位。  数据域组包规则：  [声源角度2字节，高位在前]  单位：°，无小数点。 | | | | |
| 上位机响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1700 | 1 |  |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [返回值（2字节）]  返回值，= 0 收到；非 0 不识别 | | | | |

### 唤醒

唤醒是下位机主动向上位机推送。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 下位机推送 | | | | | |
| **功能编码** | 1701 | | | | |
| **接口描述** |  | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1701 | 1 | xx |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [唤醒角度（1字节）] | | | | |
| 上位机响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1701 | 1 |  |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [返回值（1字节）]  返回值，= 0 收到；非 0 不识别 | | | | |

## LED灯

功能编码数值范围：1800 至 1899，共计100个。

### 照明灯

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 请求 | | | | | |
| **功能编码** | 1800 | | | | |
| **接口描述** |  | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1800 | 1 | 1 |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [1字节 = 按位控制照明灯]  1 - 开启，0 - 关闭。 | | | | |
| 响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1800 | 1 | xx |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [返回值（1字节）]  返回值，= 0 收到；非 0 不识别 | | | | |

### 表情彩色LED

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 请求 | | | | | |
| **功能编码** | 1801 | | | | |
| **接口描述** |  | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1801 | 1 | 1 |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [表情代码（1字节）]  扩展板已经封装好各种表情对应的LED控制库，上位机只需请求相应表情代码。 | | | | |
| 响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 1801 | 1 | xx |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [返回值（1字节）]  返回值，= 0 收到；非 0 不识别 | | | | |

## 告警

告警的通讯是下位机主动向上位机推送。

编码数值范围：9900 至 9999，共计100个。

### 电池告警

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 下位机推送 | | | | | |
| **功能编码** | 9900 | | | | |
| **接口描述** |  | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 9900 | 1 | xx |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  数据类型：温度：int16\_t，电量：uint8\_t；  组包规则：温度2字节,高字节在前 + 电量1字节；  数据说明：按实际数据放大10倍；  数据范围：温度：，电量：0--100；  数据单位：温度：℃，电量：无。 | | | | |
| 上位机响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 9900 | 1 |  |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [返回值（1字节）]  返回值，= 0 收到；非 0 不识别 | | | | |

### 跌倒告警

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 下位机推送 | | | | | |
| **功能编码** | 9901 | | | | |
| **接口描述** |  | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 9901 | 1 | xx |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  数据类型：int16\_t；  组包规则：俯仰角度2字节 + 翻滚角度2字节 + 航向角度2字节，高字节在前；  数据说明：按实际数据放大10倍；  数据范围：俯仰角：-900<--—>+900,翻滚角：-1800<--—>+1800,航向角：-1800<--—>+1800；  数据单位：° | | | | |
| 上位机响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 9901 | 1 |  |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [返回值（1字节）]  返回值，= 0 收到；非 0 不识别 | | | | |

### 避障告警

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 下位机推送 | | | | | |
| **功能编码** | 9902 | | | | |
| **接口描述** |  | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 9902 | 1 | xx |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  数据类型：超声波测距：uint16\_t，红外测距：uint8\_t；  组包规则：传感器1 + 传感器2 + 传感器3（高字节在前） + 红外传感器（1字节)  数据说明：目前设置3路超声波传感器，测量数据为模拟量，即实际障碍物距离，设置8路红外传感器，测量数据为数字量，8路红外传感器数据整合成一个字节  数据范围：超声波传感器：0--300，红外传感器0、1；  数据单位：超声波传感器：mm，红外传感器：无。 | | | | |
| 上位机响应 | | | | | |
| **报文说明** | **包头** | **功能编码** | **数据长度** | **数据** | **CRC** |
|  | 9902 | 1 |  |  |
| **备注说明** | 数据域组包规则：  [返回值（1字节）]  返回值，= 0 收到；非 0 不识别 | | | | |