

深圳市海凌科电子有限公司

HLK-LD6002B

3D 存在检测雷达模组通信协议

V3.7.1

目录

1. TF 帧说明	1
1.1. 概述.....	1
1.2. 帧结构.....	1
1.3. 注意事项.....	1
2. 应用项目	3
2.1. 存在感知 2D/3D 项目.....	4
消息类型: 控制指令 0x0201.....	4
消息类型: 设置干扰区域和检测区域的坐标位置 0x0202.....	5
消息类型: 设置保持延时时间 0x0203.....	6
消息类型: 设置 Z 轴范围 0x0204.....	6
消息类型: 设置无人时低功耗模式睡眠时间 0x0205.....	7
消息类型: 报告人员位置 0x0A04 / 0x0A08.....	7
消息类型: 报告 3D 点云检测项目测试结果 0x0A08.....	8
消息类型: 上报区域中是否有人 0x0A0A.....	9
消息类型: 上报干扰区域和监控区域的位置 0x0A0B / 0x0A0C.....	9
消息类型: 上报保持延时时间 0x0A0D.....	10
消息类型: 上报检测灵敏度状态 0x0A0E.....	10
消息类型: 上报触发速度状态 0x0A0F.....	11
消息类型: 上报 Z 轴范围 0x0A10.....	11
消息类型: 上报安装方式 0x0A11.....	12
消息类型: 上报无人时低功耗模式 0x0A12.....	12
消息类型: 上报无人时低功耗模式睡眠时间 0x0A13.....	13
消息类型: 上报工作模式 0x0A14.....	13
3. 编程接口	14
3.1. 编码 TF 消息.....	14
3.2. 解码 TF 消息.....	14
3.3. 示例代码.....	15

1. TF 帧说明

1.1. 概述

TinyFrame 用作海凌科毫米波雷达产品中的通信协议。数据通过 UART 接口传输，若无特别说明，波特率为 115200，数据字长 8 位，停止位 1 位，无奇偶校验位，无硬件流控制。

每个帧由一个报头和一个有效载荷组成。这两个部分都可以通过校验和进行保护，以确保拒绝具有格式错误的标头（例如，具有损坏的长度字段）或损坏的有效负载的帧。

帧标头包含帧 ID 和消息类型。帧 ID 随着每条新消息的增加而增加。对于两个对等方，ID 字段的最高位固定为 1 和 0，以避免冲突。

帧 ID 可以在响应中重新使用，以将两条消息连接在一起。类型字段的值将在后面描述。

1.2. 帧结构

毫米波雷达帧中的字段配置如下：

格式	长度 (字节数)	格式含义
SOF	1	起始帧，通常固定为 0x01。
ID	2	帧 ID，MSB 对等位，代表发送包序（从 0 自增到 65535）。
LEN	2	数据帧长度，代表 DATA 字节数（但由于规定的总帧长度限制，规定 DATA 位长度不能超过 1024）。
TYPE	2	消息类型。
HEAD_CKSUM	1	使用 TF_CKSUM_XOR 计算头校验和（从 SOF 位到 TYPE 位先全部异或，后取反）。
DATA	N	长度为 LEN 的数据位。
DATA_CKSUM	1	使用 TF_CKSUM_XOR 计算数据校验和（DATA 位所有字节先全部异或，后取反）。

1.3. 注意事项

TF 帧排列方式

在 TF 帧中，SOF 位 ~ HEAD_CKSUM 位与 DATA_CKSUM 高字节在前，低字节在后，而 DATA 位为低字节在前，高字节在后。

例如：DATA 数据类型为 uint32 的数据，它的值为 0x12345678，小端序方式传输数据，则为 0x78 0x56 0x34 0x21。ID 数据类型为 uint16 的数据，它的值为 0x1234，大端序方式传输数据，则为 0x12 0x34。

实际数据范围超出规定数据方位

HEAD_CKSUM 位和 DATA_CKSUM 位在计算后，如果超过 1 个字节，将只取最低的 1 个字节数。例如：HEAD_CKSUM 位为 0x1232，最终只取 0x32。

特别说明:

1.在本项目中下发给下位机的所有 TF 帧，下位机接收到消息后，首先会回复一条相同 TPYE 类型无 DATA 位的数据，告诉上位机接收到了数据。若无回复，请重新下发配置消息。

2.打开无人时低功耗模式，下位机会进入睡眠模式，下发配置消息前，需要将 UART0 的 RX0 引脚拉低，进行唤醒。或者通过下发配置消息，唤醒下位机，回读来确认消息是否配置成功，若无回复，重新发送配置消息。

3.上位机下发数据后，或者下位机被唤醒，下位机将在正常模式下工作，10s 内不会进去无人低功耗模式，若 10s 后无人，则会再次进入无人低功耗模式。

2. 应用项目

针对不同的应用项目，列出所有与 TF 帧相关的消息，供用户参考并完成解析，对于文档所出现的信息类，以及消息数据位，是在对应实际项目所配备的。



(存在感知 2D/3D 的上位机界面)

2.1. 存在感知 2D/3D 项目

消息类型：控制指令 0x0201

消息类型为 0x0201，仅支持单向数据传输模式。

上位机发送数据给雷达：MSG_CFG_HUMAN_DETECTION_3D					
格式	字节数	基本类型	帧结构	示例帧	帧含义
SOF	1 byte	uint8	起始帧	01	用于设置雷达的部分状态。
ID	2 byte	uint16	帧 ID	00 00	
LEN	2 byte	uint16	数据帧长度	00 04	
TYPE	2 byte	uint16	帧类型	02 01	
HEAD_CKSUM	1 byte	uint8	头校验和	F3	
DATA	4 byte	int32	[command]	01	
DATA_CKSUM	1 byte	uint8	数据校验和	FE	

以下是 command 为不同值的作用：

- 0x1：自动生成干扰区。
- 0x2：获取干扰区域和检测区域。
- 0x3：清除干扰区域。
- 0x4：重置检测区域。
- 0x5：获取保持延时时间。
- 0x6：打开点云显示。
- 0x7：关闭点云显示。
- 0x8：打开目标显示。
- 0x9：关闭目标显示。
- 0xA：设置检测灵敏度低。
- 0xB：设置检测灵敏度中。
- 0xC：设置检测灵敏度高。
- 0xD：获取检测灵敏度状态。
- 0xE：设置触发速度慢。
- 0xF：设置触发速度中。
- 0x10：设置触发速度快。
- 0x11：获取触发速度状态。
- 0x12：获取 Z 轴范围。**注：这条协议仅适用于 3D。**
- 0x13：设置安装方式为顶装。**注：这条协议仅适用于 3D。**
- 0x14：设置安装方式为侧装。**注：这条协议仅适用于 3D。**
- 0x15：获取安装方式。

- 0x16: 打开无人时低功耗模式。
- 0x17: 关闭无人时低功耗模式。
- 0x18: 获取无人时低功耗模式是否打开。
- 0x19: 获取无人时低功耗模式睡眠时间。
- 0x1A: 重置无人状态。

消息类型：设置干扰区域和检测区域的坐标位置 0x0202

消息类型为 0x0202，仅支持单向数据传输模式。

上位机发送数据给雷达：MSG_CFG_HUMAN_DETECTION_3D_AREA					
格式	字节数	基本类型	帧结构	示例帧	帧含义
SOF	1 byte	uint8	起始帧	01	设置干扰区域和检测区域。
ID	2 byte	uint16	帧 ID	00 00	
LEN	2 byte	uint16	数据帧长度	00 14	
TYPE	2 byte	uint16	帧类型	02 02	
HEAD_CKSUM	1 byte	uint8	头校验和	/	
DATA	4 byte	int32	[area_id]	/	
DATA	4 byte	float	[x_min]	/	
DATA	4 byte	float	[x_max]	/	
DATA	4 byte	float	[y_min]	/	
DATA	4 byte	float	[y_max]	/	
DATA	4 byte	float	[z_min]	/	
DATA	4 byte	float	[z_max]	/	
DATA_CKSUM	1 byte	uint8	数据校验和	/	

以下是 DATA 数据为不同值的作用：

- [area_id]: 设置区域的 ID，数据类型 int32，0 到 3 为干扰区域，4 到 7 为检测区域。
- [x_min]: 设置区域 x 坐标的最小值，数据类型 float，单位：米(m)。
- [x_max]: 设置区域 x 坐标的最大值，数据类型 float，单位：米(m)。
- [y_min]: 设置区域 y 坐标的最小值，数据类型 float，单位：米(m)。
- [y_max]: 设置区域 y 坐标的最大值，数据类型 float，单位：米(m)。
- [z_min]: 设置区域 z 坐标的最小值，数据类型 float，单位：米(m)。
- [z_max]: 设置区域 z 坐标的最大值，数据类型 float，单位：米(m)。
- **注：总共有 4 个干扰区域和 4 个检测区域，ID0 到 ID3 为干扰区域，ID4 到 ID7 为检测区域，一次只能设置一个区域。**
- **注：此条协议用于 2D 存在时请将 z_min 设置为-6m，z_max 设置为 6m。**

消息类型：设置保持延时时间 0x0203

消息类型为 0x0203，仅支持单向数据传输模式。

上位机发送数据给雷达：MSG_CFG_HUMAN_DETECTION_3D_PWM_DELAY					
格式	字节数	基本类型	帧结构	示例帧	帧含义
SOF	1 byte	uint8	起始帧	01	用于设置保持延时时间。
ID	2 byte	uint16	帧 ID	00 00	
LEN	2 byte	uint16	数据帧长度	00 04	
TYPE	2 byte	uint16	帧类型	02 03	
HEAD_CKSUM	1 byte	uint8	头校验和	/	
DATA	4 byte	int32	[pwm_delay]	1E	
DATA_CKSUM	1 byte	uint8	数据校验和	FE	

以下是 DATA 为不同值的作用：

- [pwm_delay]：设置保持延时时间，数据类型 uint32，单位：秒(s)。
- 注：默认为 30s。

消息类型：设置 Z 轴范围 0x0204

消息类型为 0x0204，仅支持单向数据传输模式。

上位机发送数据给雷达：MSG_CFG_HUMAN_DETECTION_3D_Z					
格式	字节数	基本类型	帧结构	示例帧	帧含义
SOF	1 byte	uint8	起始帧	01	用于设置 Z 轴范围。
ID	2 byte	uint16	帧 ID	00 00	
LEN	2 byte	uint16	数据帧长度	00 04	
TYPE	2 byte	uint16	帧类型	02 04	
HEAD_CKSUM	1 byte	uint8	头校验和	/	
DATA	4 byte	float	[z_min]	/	
DATA	4 byte	float	[z_max]	/	
DATA_CKSUM	1 byte	uint8	数据校验和	FE	

以下是 DATA 为不同值的作用：

- [z_min]：设置区域 z 坐标的最小值，数据类型 float，单位：米(m)。
- [z_max]：设置区域 z 坐标的最大值，数据类型 float，单位：米(m)。
- 注：这条协议仅适用于 3D。

消息类型：设置无人时低功耗模式睡眠时间 0x0205

消息类型为 0x0205，仅支持单向数据传输模式。

上位机发送数据给雷达：MSG_CFG_HUMAN_DETECTION_3D_LOW_POWER_MODE_TIME					
格式	字节数	基本类型	帧结构	示例帧	帧含义
SOF	1 byte	uint8	起始帧	01	用于设置保持延时时间。
ID	2 byte	uint16	帧 ID	00 00	
LEN	2 byte	uint16	数据帧长度	00 04	
TYPE	2 byte	uint16	帧类型	02 05	
HEAD_CKSUM	1 byte	uint8	头校验和	/	
DATA	4 byte	uint32	[waitingPeriod]	01 F4	
DATA_CKSUM	1 byte	uint8	数据校验和	FE	

以下是 DATA 为不同值的作用：

- [waitingPeriod]：设置无人时低功耗模式睡眠时间，数据类型 uint32，单位：毫秒(ms)。
- 注：默认为 500ms。

消息类型：报告人员位置 0x0A04 / 0x0A08

消息类型为 0x0A04，仅支持单向数据传输模式。0x0A04 为目标数据，0x0A08 为点云数据。

雷达发送数据给上位机：MSG_IND_HUMAN_DETECTION_3D_TGT_RES					
格式	字节数	基本类型	帧结构	示例帧	帧含义
SOF	1 byte	uint8	起始帧	01	用于报告人员位置。
ID	2 byte	uint16	帧 ID	00 00	
LEN	2 byte	uint16	数据帧长度	/	
TYPE	2 byte	uint16	帧类型	0A 04	
HEAD_CKSUM	1 byte	uint8	头校验和	/	
DATA	4 byte	int32	[target_num]	/	
DATA	4 byte	float	[x]	/	
DATA	4 byte	float	[y]	/	
DATA	4 byte	float	[z]	/	
DATA	4 byte	int32	[dop_idx]	/	
DATA	4 byte	int32	[cluster_id]	/	
...	
DATA_CKSUM	1 byte	uint8	数据校验和	/	

以下是每个 DATA 位对应的含义：

- [target_num]：目标个数。
- [x]：x 坐标，数据类型 float，单位：米(m)。
- [y]：y 坐标，数据类型 float，单位：米(m)。
- [z]：z 坐标，数据类型 float，单位：米(m)。

- [dop_idx]: 数据类型 int32, 速度 dop_idx。
- [cluster_id]: 数据类型 int32, 聚类目标 ID。

注: 当目标存在 N 个的时候, x、y、z、dop_idx、cluster_id 也存在 N 个。

- 注: 2D 时此条协议 Z 轴输出为 0。

消息类型: 报告 3D 点云检测项目测试结果 0x0A08

消息类型为 0x0A08, 仅支持单向数据传输模式(开启 User log 后自动上传)。

雷达发送数据给上位机: MSG_IND_3D_CLOUD_RES					
格式	字节数	基本类型	帧结构	示例帧	帧含义
SOF	1 byte	uint8	起始帧	01	用于报告 3D 点云检测结果。其中消息类型为 0x0A08 是点云信息
ID	2 byte	uint16	帧 ID	00 00	
LEN	2 byte	uint16	数据帧长度	\	
TYPE	2 byte	uint16	帧类型	0A 08	
HEAD_CKSUM	1 byte	uint8	头校验和	\	
DATA	4 byte	int32	[target_num]	\	
DATA	4 byte	int32	[cluster_index]	\	
DATA	4 byte	float	[x_point]	\	
DATA	4 byte	float	[y_point]	\	
DATA	4 byte	float	[z_point]	\	
DATA	4 byte	float	[speed]	\	
DATA_CKSUM	1 byte	uint8	数据校验和	\	

以下是每个 DATA 位对应的含义:

- [target_num]: 目标个数。
- [cluster_index]: 聚类目标 ID。
- [x_point]: x 坐标, 单位: m。
- [y_point]: y 坐标, 单位: m。
- [z_point]: z 坐标, 单位: m。
- [speed]: 速度, 单位: m/s。

当点云存在 N 个的时候, x、y、z、dop_idx 也存在 N 个, cluster_id 距离相近点云 ID 相同, 示例:

```

01 41 A1 00 68 0A 08 74 05 00 00 00 00 00 00 00 62 F6 C2 BD 38 24 F7 3E E6 A8 41 3E 39 63 18 BC 00
起始帧 帧 ID 数据帧长度 帧类型 头校验和 点云个数 点云 ID x0 坐标 y0 坐标 z0 坐标 速度 V0
00 00 00 D5 94 A5 BD 14 9E 18 3F 69 2C FA 3C 39 63 18 BC 00 00 00 00 73 5C 2F BE 3C 4F F8 3E EE EE
点云 ID x1 坐标 y1 坐标 z1 坐标 速度 V1 点云 ID x2 坐标 y2 坐标 z2 坐标
E1 3E 39 63 18 BC 00 00 00 00 BF 56 CA BD F8 E4 EE 3E 39 CC 65 3E 39 63 18 3C 00 00 00 00 48 0B A3
速度 V2 点云 ID x3 坐标 y3 坐标 z3 坐标 速度 V3 点云 ID x4 坐标
BD 37 92 18 3F E0 2F 16 3D 39 63 18 3C 6F
y4 坐标 z4 坐标 速度 V4 数据校验和
    
```

消息类型：上报区域中是否有人 0x0A0A

消息类型为 0x0A0A，仅支持单向数据传输模式。

雷达发送数据给上位机：MSG_IND_HUMAN_DETECTION_3D_RES					
格式	字节数	基本类型	帧结构	示例帧	帧含义
SOF	1 byte	uint8	起始帧	01	上报区域中是否有人。
ID	2 byte	uint16	帧 ID	00 00	
LEN	2 byte	uint16	数据帧长度	00 04	
TYPE	2 byte	uint16	帧类型	0A 0A	
HEAD_CKSUM	1 byte	uint8	头校验和	F3	
DATA	4 byte	uint32	[detection_state_area0]	01	
DATA	4 byte	uint32	[detection_state_area1]	01	
DATA	4 byte	uint32	[detection_state_area2]	00	
DATA	4 byte	uint32	[detection_state_area3]	01	
DATA_CKSUM	1 byte	uint8	数据校验和	FE	

以下是每个 DATA 位对应的含义：

- 上报 4 个检测区域是否有人，1 为有人，0 为无人。

消息类型：上报干扰区域和监控区域的位置 0x0A0B / 0x0A0C

消息类型为 0x0A0B 为干扰区域的消息，0x0A0C 为检测区域，仅支持单向数据传输模式。

雷达发送数据给上位机：MSG_IND_HUMAN_ (NOISE) DETECTION_3D_NOISE_AREA_RES					
格式	字节数	基本类型	帧结构	示例帧	帧含义
SOF	1 byte	uint8	起始帧	01	当上位机发送数据类型为 0x0201，数据为 0x02 的命令。下位机会发送两条 TF 帧信息，0x0A0B 和 0x0A0C。 其中 0x0A0B 为干扰区域的消息，0x0A0C 为检测区域
ID	2 byte	uint16	帧 ID	00 00	
LEN	2 byte	uint16	数据帧长度	/	
TYPE	2 byte	uint16	帧类型	0A 0B/0A 0C	
HEAD_CKSUM	1 byte	uint8	头校验和	/	
DATA	4 byte	int32	[x_min]	/	
DATA	4 byte	float	[x_max]	/	
DATA	4 byte	float	[y_min]	/	
DATA	4 byte	float	[y_max]	/	
DATA	4 byte	float	[z_min]	/	
DATA	4 byte	float	[z_max]	/	
...	
DATA_CKSUM	1 byte	uint8	数据校验和	FE	

以下是每个 DATA 位对应的含义：

- [x_min]：设置区域 x 坐标的最小值，数据类型 float，单位：米(m)。
- [x_max]：设置区域 x 坐标的最大值，数据类型 float，单位：米(m)。
- [y_min]：设置区域 y 坐标的最小值，数据类型 float，单位：米(m)。

- [y_max]: 设置区域 y 坐标的最大值, 数据类型 float, 单位: 米(m)。
- [z_min]: 设置区域 z 坐标的最小值, 数据类型 float, 单位: 米(m)。
- [z_max]: 设置区域 z 坐标的最大值, 数据类型 float, 单位: 米(m)。

注: 此消息上报干扰区域的位置, 总共有 4 个干扰区域和 4 个检测区域, 0x0A0B 上报 4 个干扰区域的坐标, 0x0A0C 上报 4 个检测区域的坐标。

- **注: 这条协议仅用于 2D 时, z_min 默认设置为-6m, z_max 默认设置为 6m。**

消息类型: 上报保持延时时间 0x0A0D

消息类型为 0x0A0D, 仅支持单向数据传输模式。

雷达发送数据给上位机: MSG_IND_HUMAN_DETECTION_3D_PWM_DELAY					
格式	字节数	基本类型	帧结构	示例帧	帧含义
SOF	1 byte	uint8	起始帧	01	获取保持延时时间。
ID	2 byte	uint16	帧 ID	00 01	
LEN	2 byte	uint16	数据帧长度	00 04	
TYPE	2 byte	uint16	帧类型	0A 0D	
HEAD_CKSUM	1 byte	uint8	头校验和	FC	
DATA	4 byte	uint8	[pwmDelayTimer]	05	
DATA_CKSUM	1 byte	uint8	数据校验和	FA	

以下是每个 DATA 位对应的含义:

- 保持延时时间。

消息类型: 上报检测灵敏度状态 0x0A0E

消息类型为 0x0A0E, 仅支持单向数据传输模式。

雷达发送数据给上位机: MSG_IND_HUMAN_DETECTION_3D_DETECT_SENSITIVITY					
格式	字节数	基本类型	帧结构	示例帧	帧含义
SOF	1 byte	uint8	起始帧	01	获取检测灵敏度状态。
ID	2 byte	uint16	帧 ID	00 01	
LEN	2 byte	uint16	数据帧长度	00 04	
TYPE	2 byte	uint16	帧类型	0A 0E	
HEAD_CKSUM	1 byte	uint8	头校验和	FF	
DATA	1 byte	uint8	[detectSensitivity]	01	
DATA_CKSUM	1 byte	uint8	数据校验和	FE	

以下是每个 DATA 位对应的含义:

- 上报检测灵敏度, 0: 低、1: 中、2: 高。

消息类型：上报触发速度状态 0x0A0F

消息类型为 0x0A0F，仅支持单向数据传输模式。

雷达发送数据给上位机：MSG_IND_HUMAN_DETECTION_3D_DETECT_TRIGGER					
格式	字节数	基本类型	帧结构	示例帧	帧含义
SOF	1 byte	uint8	起始帧	01	获取触发速度状态。
ID	2 byte	uint16	帧 ID	00 01	
LEN	2 byte	uint16	数据帧长度	00 04	
TYPE	2 byte	uint16	帧类型	0A 0F	
HEAD_CKSUM	1 byte	uint8	头校验和	FB	
DATA	1 byte	uint8	[detectTrigger]	02	
DATA_CKSUM	1 byte	uint8	数据校验和	FD	

以下是每个 DATA 位对应的含义：

- 上报触发速度，0：慢、1：中、2：快。

消息类型：上报 Z 轴范围 0x0A10

消息类型为 0x0A10，仅支持单向数据传输模式。

雷达发送数据给上位机：MSG_IND_HUMAN_DETECTION_3D_DETECT_TRIGGER					
格式	字节数	基本类型	帧结构	示例帧	帧含义
SOF	1 byte	uint8	起始帧	01	获取 Z 轴设置范围。
ID	2 byte	uint16	帧 ID	00 01	
LEN	2 byte	uint16	数据帧长度	00 04	
TYPE	2 byte	uint16	帧类型	0A 10	
HEAD_CKSUM	1 byte	uint8	头校验和	FB	
DATA	4 byte	float	[z_min]	/	
DATA	4 byte	float	[z_max]	/	
DATA_CKSUM	1 byte	uint8	数据校验和	FD	

以下是每个 DATA 位对应的含义：

- [z_min]：设置区域 z 坐标的最小值，数据类型 float，单位：米(m)。
- [z_max]：设置区域 z 坐标的最大值，数据类型 float，单位：米(m)。
- **注：这条协议仅适用于 3D。**

消息类型：上报安装方式 0x0A11

消息类型为 0x0A11，仅支持单向数据传输模式。

雷达发送数据给上位机：MSG_IND_HUMAN_DETECTION_3D_INSTALL_SITE					
格式	字节数	基本类型	帧结构	示例帧	帧含义
SOF	1 byte	uint8	起始帧	01	获取安装方式。
ID	2 byte	uint16	帧 ID	02 2E	
LEN	2 byte	uint16	数据帧长度	00 01	
TYPE	2 byte	uint16	帧类型	0A 11	
HEAD_CKSUM	1 byte	uint8	头校验和	C8	
DATA	1 byte	uint8	[installSite]	/	
DATA_CKSUM	1 byte	uint8	数据校验和	FD	

以下是每个 DATA 位对应的含义：

- 上报安装方式，0：顶装、1：侧装。

消息类型：上报无人时低功耗模式 0x0A12

消息类型为 0x0A12，仅支持单向数据传输模式。

雷达发送数据给上位机：MSG_IND_HUMAN_DETECTION_3D_LOW_POWER_MODE					
格式	字节数	基本类型	帧结构	示例帧	帧含义
SOF	1 byte	uint8	起始帧	01	获取无人时低功耗模式。
ID	2 byte	uint16	帧 ID	02 2E	
LEN	2 byte	uint16	数据帧长度	00 01	
TYPE	2 byte	uint16	帧类型	0A 12	
HEAD_CKSUM	1 byte	uint8	头校验和	/	
DATA	1 byte	uint32	[lowPowerMode]	/	
DATA_CKSUM	1 byte	uint8	数据校验和	FD	

以下是每个 DATA 位对应的含义：

- 0：无人时低功耗模式关闭。
- 1：无人时低功耗模式打开。

消息类型：上报无人时低功耗模式睡眠时间 0x0A13

消息类型为 0x0A12，仅支持单向数据传输模式。

雷达发送数据给上位机：MSG_IND_HUMAN_DETECTION_3D_LOW_POWER_TIME					
格式	字节数	基本类型	帧结构	示例帧	帧含义
SOF	1 byte	uint8	起始帧	01	获取无人时低功耗模式睡眠时间。
ID	2 byte	uint16	帧 ID	02 2E	
LEN	2 byte	uint16	数据帧长度	00 01	
TYPE	2 byte	uint16	帧类型	0A 13	
HEAD_CKSUM	1 byte	uint8	头校验和	/	
DATA	1 byte	uint32	[waitingPeriod]	/	
DATA_CKSUM	1 byte	uint8	数据校验和	FD	

以下是每个 DATA 位对应的含义：

- 无人时低功耗模式睡眠时间。

消息类型：上报工作模式 0x0A14

消息类型为 0x0A14，仅支持单向数据传输模式。

雷达发送数据给上位机：MSG_IND_HUMAN_DETECTION_3D_MODE					
格式	字节数	基本类型	帧结构	示例帧	帧含义
SOF	1 byte	uint8	起始帧	01	上报工作模式。
ID	2 byte	uint16	帧 ID	02 2E	
LEN	2 byte	uint16	数据帧长度	00 01	
TYPE	2 byte	uint16	帧类型	0A 14	
HEAD_CKSUM	1 byte	uint8	头校验和	/	
DATA	1 byte	uint8	[detectStateMessenger]	/	
DATA_CKSUM	1 byte	uint8	数据校验和	FD	

以下是每个 DATA 位对应的含义：

- 0：模式为无人低功耗模式。
- 1：模式为正常模式。

注：在无人低功耗模式和正常模式切换时会发送这条消息。

3. 编程接口

3.1. 编码 TF 消息

```
void tinyFrameTx(TF_TYPE type, uint8 *data, TF_LEN len);
```

其中 type 为发送数据类型，uint16 类型，例如人员检测数据结果上报，数据类型为 0x0A10。见 4.2.1.6 详述。

uint8* data 是发送数据的地址。

len 为发送数据的长度，uint16 类型。

3.2. 解码 TF 消息

```
TinyFrameRx tinyFrameRx(void);
```

成功接收消息后，接收的数据返回到一个 TinyFrameRx 类型的变量。

A、以下是 DATA 位数据取出的方法：

如下：串口接收到十六进制的，int32 转换成 float：例如[x_point]位为 0x66、0x66、0xA2、0x41，先拼成 uint32 位整形，由于 TF 帧 Data 位小端序，所以值为 0x41A26666，然后进行 float 类型强转，最终结果为：20.3。

```
1. int main(void)
2. {
3.     unsigned int param = 0x41A26666;
4.     float res = *(float *)&param;
5.
6.     printf("data: %f\n", res);
7.     return 0;
8. }
```

B、以下是每个 CKSUM 的解析：

HEAD_CKSUM：TF 帧头校验和【从第一个字节开始到 HEAD_CKSUM 位的上一个字节】

DATA_CKSUM：TF 数据验和【DATA 的第一个到 DATA_CKSUM 位的上一个字节】

其中计算 CKSUM 的方法 c 代码如下所示：

```
1. unsigned char getCksum(unsigned char *data, unsigned char len)
2. {
3.     unsigned char ret = 0;
4.
5.     for (int i = 0; i < len; i++)
6.         ret = ret ^ data[i];
7.
8.     ret = ~ret;
9.
10.    return ret;
```



```
11. }  
12.
```

3.3. 示例代码

如果想要解析 TF 帧数据的 demo (包含 Linux 环境与 Keil μ Vision5 环境下的 C 语言 demo、Python 语言 demo) , 可以直接与销售沟通获得。