



# TOFSense-F 用户手册 V1.0



---

**Language|语言:** 简体中文

**Firmware|固件版本:** V1.0.5

**NLink|N 协议版本:** V1.3

**NAssistant|N 助手版本:** V4.2.3

**Product Series|产品系列:** TOFSense-F, TOFSense-F P

## Content|目录

Content 目录.....	2
Disclaimer 免责声明.....	3
1 Introduction 介绍.....	4
2 UART Output 串口输出.....	4
2.1 Active Output 主动输出.....	4
2.2 Query Output 查询输出.....	4
3 IIC Output IIC 输出.....	5
3.1 IIC Communication IIC 通信.....	5
4 I/O Output I/O 输出.....	6
5 FOV 视场角.....	7
6 Protocol Unpack 协议解析.....	7
6.1 Introduction 介绍.....	7
6.2 Example 示例.....	7
6.2.1 NLink_TOFSense_Frame0.....	7
6.2.2 NLink_TOFSense_Read_Frame0.....	8
6.2.3 NLink_TOFSense_IIC_Frame0.....	8
7 FAQ 常见问题.....	10
8 Reference 参考.....	11
9 Abbreviation and Acronyms 简写与首字母缩略.....	12
10 Update Log 更新日志.....	12
11 Further Information 更多信息.....	12

## Disclaimer|免责声明

### Document Information|文档信息

Nooploop reserves the right to change product specifications without notice. As far as possible changes to functionality and specifications will be issued in product specific errata sheets or in new versions of this document. Customers are advised to check with Nooploop for the most recent updates on this product.

Nooploop 保留更改产品规格的权利，恕不另行通知。尽可能将改变的功能和规格以产品特定勘误表或本文件的新版本发布。建议客户与 Nooploop 一起检查了解该产品的最新动态。

### Life Support Policy|生命保障政策

Nooploop products are not authorized for use in safety-critical applications (such as life support) where a failure of the Nooploop product would cause severe personal injury or death. Nooploop customers using or selling Nooploop products in such a manner do so entirely at their own risk and agree to fully indemnify Nooploop and its representatives against any damages arising out of the use of Nooploop products in such safety-critical applications.

Nooploop 产品未被授权用于失效的安全关键应用（如生命支持），在这种应用中，Nooploop 产品的故障可能会导致严重的人身伤害或死亡。以这种方式使用或销售 Nooploop 产品的 Nooploop 客户完全自行承担风险，并同意对 Nooploop 及其代表在此类安全关键应用中使用 Nooploop 产品所造成的任何损害给予充分赔偿。

### Regulatory Approvals|管理批准

The TOFSense-F, as supplied from Nooploop, has not been certified for use in any particular geographic region by the appropriate regulatory body governing radio emissions in that region although it is capable of such certification depending on the region and the manner in which it is used. All products developed by the user incorporating the TOFSense-F must be approved by the relevant authority governing radio emissions in any given jurisdiction prior to the marketing or sale of such products in that jurisdiction and user bears all responsibility for obtaining such approval as needed from the appropriate authorities.

由 Nooploop 提供的 TOFSense-F 尚未获得管理该地区激光产品的适当监管机构的认证，但其能够根据该地区及其使用方式进行认证。用户开发的包含 TOFSense-F 的所有产品必须在该管辖区内销售或销售此类产品之前，由管理任何给定管辖区激光产品的相关主管部门批准，并且用户应根据需要负责获得相关主管部门的批准。

## 1 Introduction|介绍


这份文档主要介绍如何使用 TOFSense-F, TOFSense-F P 以及使用过程中需要注意的事项,您可能需要参考以下资料辅助理解:

- TOFSense-F\_Datasheet.pdf

## 2 UART Output|串口输出

### 2.1 Active Output|主动输出

UART 主动输出模式可在单模块时使用,该模式下 TOFSense-F/TOFSense-F P 模块以 50Hz 的频率主动输出测量信息,输出格式遵循 NLink\_TOFSense\_Frame0 协议。

通过 USB 转 TTL 模块(线序和供电电压参考数据手册)连接 TOFSense-F 系列产品到 NAssistant 软件,识别成功后点击  进入设置页面, UART 主动输出模式配置如图 1,配置完参数后需要点击写入参数按钮来保存参数,写入参数成功后可以读取一次参数来确认参数是否写入成功。(更改模块的波特率参数后,需要重新插拔一下 USB 转 TTL 模块来自动识别模块)

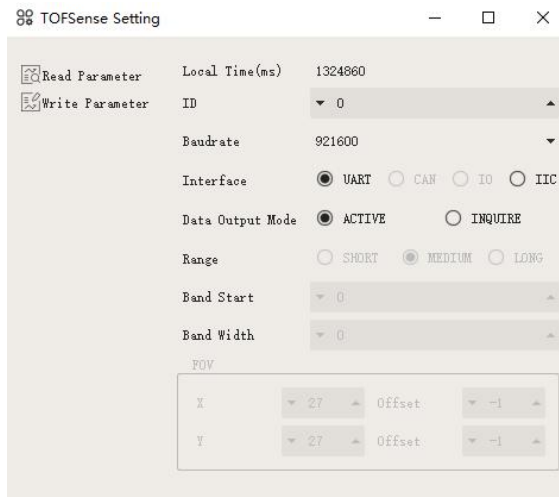



图 1: UART 主动输出模式配置图

### 2.2 Query Output|查询输出

UART 查询输出模式可在单模块时使用,该模式下通过控制器向期望查询模块发送包含该模块 ID 的查询指令,模块即可输出一帧测量信息。查询帧格式遵循协议 NLink\_TOFSense\_Read\_Frame0,输出帧格式遵循协议 NLink\_TOFSense\_Frame0。

通过 USB 转 TTL 模块(线序和供电电压参考数据手册)连接 TOFSense-F 系列产品到 NAssistant 软件,识别成功后点击  进入设置页面, UART 查询输出模式配置如图 2,配置完参数后需要点击写入参数按钮来保存参数,写入参数成功后可以读取一次参数来确认参数是否写入成功。(更改模块的波特率参数后,需要重新插拔一下 USB 转 TTL 模块来自动识别模块)

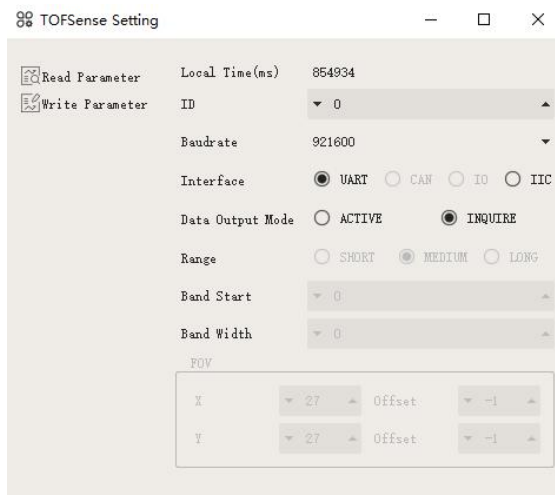



图 2: UART 查询输出模式配置图

## 3 IIC Output|IIC 输出

### 3.1 IIC Communication|IIC 通信

IIC 通信模式下通过控制器按照 IIC 通信时序向指定从机地址的期望查询模块发送读取帧，即可获得模块的距离等相关信息。此外，也可以通过 IIC 通信来更改模块的输出方式等各项参数。读取帧和写入帧格式遵循协议 NLink\_TOFSense\_IIC\_Frame0。

模块处于 UART 模式时（注意 NAssistant 无法识别处于 IIC 模式下的模块），通过 USB 转 TTL 模块（线序和供电电压参考数据手册）连接 TOFSense-F 系列产品到 NAssistant 软件，识别成功后点击  进入设置页面，IIC 输出模式配置如图 3，可以通过设置模块的 ID 来改变该模块的 IIC 从机地址（7 位从机地址为 0x08+模块 ID，ID 设置范围为 0~111），配置完参数后需要点击写入参数按钮来保存参数。**注：切换到 IIC 模式后，可以参考 FAQ 章节中的方式来更改回 UART 模式。**

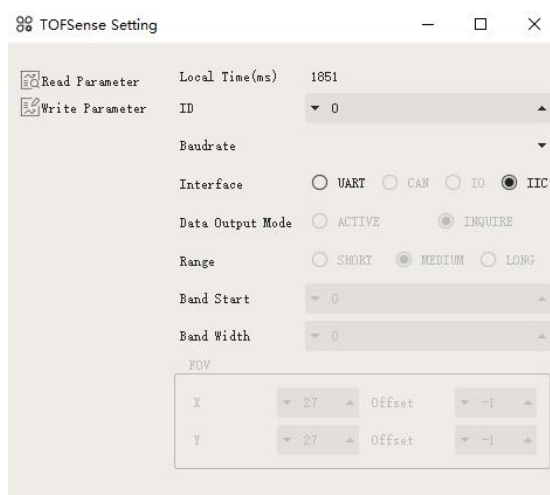



图 3: IIC 输出模式配置图

## 4 I/O Output|I/O 输出

I/O 输出模式下，不能输出测距值，只是在距离从小变大超过高阈值的时候或者从大到小低于低阈值的时候让 I/O 口电平反转。

模块处于 UART 模式时（注意 NAssistant 无法识别处于 I/O 模式下的模块），通过 USB 转 TTL 模块（线序和供电电压参考数据手册）连接 TOFSense-F 系列产品到 NAssistant 软件，识别成功后点击  进入设置页面，首先设置滞环起点 Band\_Start 与滞环宽度 Bandwidth 确定滞环区间，I/O 输出模式配置如图 4；距离值通过滞环比较转换为高低电平输出，TX/SCL 与 RX/SDA 输出互补电平，滞环比较示意图如图 5 所示。配置完参数后需要点击写入参数按钮来保存参数。**注：切换到 I/O 模式后，可以参考 FAQ 章节中的方式来更改回 UART 模式。**

例如，Band\_Start 和 Bandwidth 都设置成 500，对应的是 0.5 米。当测距值为 0.3 米时，RX 为高，TX 为低，测距值变大到 0.8 米，RX 为高，TX 为低，测距值超过 1 米时，电平反转，RX 为低，TX 为高。测距值从 1 米多降到 0.8 米，RX 为低，TX 为高，测距值降低到低于 0.5 米时，电平反转，RX 为高，TX 为低。

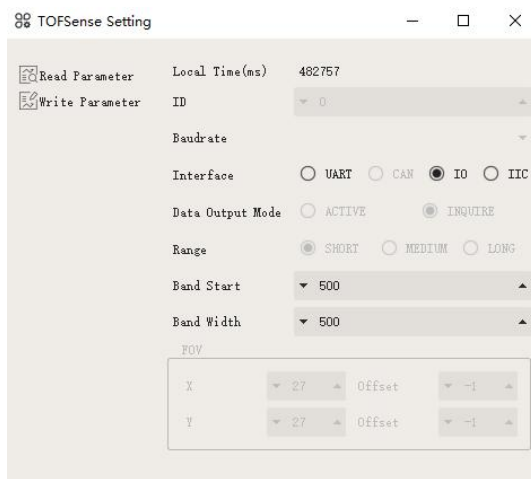


图 4: I/O 输出模式配置图

其中 TOFSense-F/TOFSense-F P 的 Band\_Start、Bandwidth 取值范围[0~15000]/[0~25000]，单位:mm。

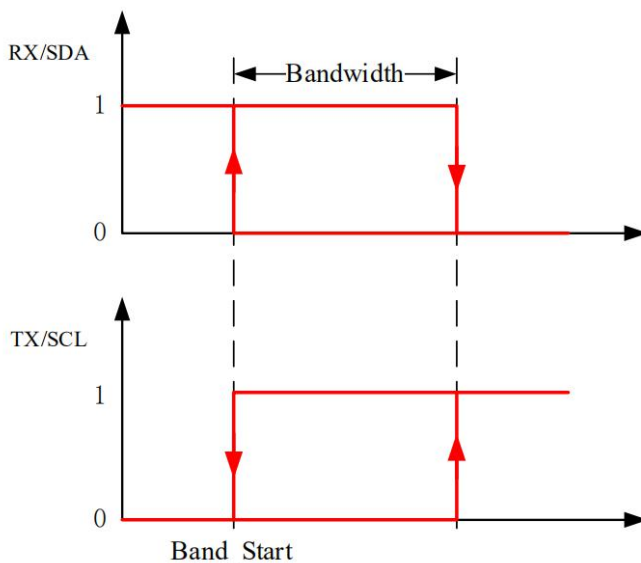


图 5: 滞环比较示意图

## 5 FOV|视场角

模块初始视场角参数为 1~2°。

## 6 Protocol Unpack|协议解析

### 6.1 Introduction|介绍

本章协议解析示例基于 NLink 协议,同时可以在官网下载基于 C 语言开发的 NlinkUnpack 示例解析代码,能够有效的减少用户开发周期。

根据 TOFSense-F 系列产品数据情况,为尽可能用更少的字节数表示更多数据,我们采用整形表示浮点数,通过协议帧传输,因此解包时整形数据但带有倍率的实际上为浮点型,需要对应除以协议中标识的倍率。

特别的,对于 int24 类型,我们需要先转换成 int32 类型,为了保持符号不变,采用左移后除以 256 方式。例如对于位置数据,我们采用 int24 表示,乘率为 1000,解析代码如下:

```
uint8_t byte[] = {0xe6,0x0e,0x00}; //代表十进制数值: 3.814
//uint8_t byte[] = {0xec,0xfb,0xff}; //代表十进制数值: -1.044
int32_t temp = (int32_t)(byte[0] << 8 | byte[1] << 16 | byte[2] << 24) / 256;
float result = temp/1000.0f;
```

目前协议校验主要为协议帧末尾单字节和校验,示例代码:

```
uint8_t verifyChecksum(uint8_t *data, int32_t length){
    uint8_t sum = 0;
    for(int32_t i=0;i<length-1;++i){
        sum += data[i];
    }
    return sum == data[length-1];
}
```

### 6.2 Example|示例

本文档中以单模块连续测距为应用场景。

#### 6.2.1 NLink\_TOFSense\_Frame0

**数据来源:** 将模块连接上位机,配置 UART 为主动输出模式, NLink\_TOFSense\_Frame0 协议,距离数据解析可以参考 FAQ。

**原始数据:** 57 00 ff 00 9e 8f 00 00 ad 08 00 00 03 00 06 41

表 1: NLink\_TOFSense\_Frame0 解析表

Data	Type	Length (Bytes)	Hex	Result
Frame Header	uint8	1	57	0x57
Function Mark	uint8	1	00	0x00
reserved	uint8	1	...	*
id	uint8	1	00	0
System_time	uint32	4	9e 8f 00 00	36766ms
dis*1000	uint24	3	ad 08 00	2.221m

dis_status	uint8	1	00	0
signal_strength	uint16	2	03 00	3
range_precision	uint8	1	06	6cm
Sum Check	uint8	1	41	0x41

### 6.2.2 NLink\_TOFSense\_Read\_Frame0

**数据来源:** 将模块连接上位机，配置为 UART 查询输出模式，id 为 0，通过上位机发送下列数据实现数据查询。如需查询其他 ID 的模块，**更改 id 和校验和字节**发送即可。

**原始数据:** 57 10 FF FF 00 FF FF 63

表 2: NLink\_TOFSense\_Read\_Frame0 解析表

Data	Type	Length (Bytes)	Hex	Result
Frame Header	uint8	1	57	0x57
Function Mark	uint8	1	10	0x10
reserved	uint16	2	...	*
id	uint8	1	00	0
reserved	uint16	2	...	*
Sum Check	uint8	1	63	0x63

### 6.2.3 NLink\_TOFSense\_IIC\_Frame0

**从机地址:** 模块在 IIC 总线中作为从机，默认地址为 0x08（7 位地址），从机地址为 0x08+ 模块 ID，更改模块的 ID 参数即可更改从机地址。通信时要注意地址移位和增加读写位，即地址为 0x08 时发送带读写位的字节为 0x10（写）、0x11（读）。

**寄存器地址:** 若寄存器中无对应参数则默认输出 0xff。

表 3: NLink\_TOFSense\_IIC\_Frame0 寄存器解析及通信流程表

起始地址	bit																														读写		
0x00	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	RO
	Reserved															product version																	
[15-0] product version: 产品型号																																	
0x04	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	RO
	bootloader version															hardware version																	
	[15-0] hardware version: 硬件版本																																
[31-16] bootloader version: bootloader 版本																																	
0x08	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	RO
	firmware version																																
[0-31] firmware version: 固件版本																																	
0x0C	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	RW
	Reserved															ID							Reserved	Ragne mode	Output mode	Interface mode							
	[0-2] Interface mode: 通信模式 0-UART, 1-CAN, 2-I/O, 3-IIC (RW)																																



		[3] Output mode: 输出方式 0-主动输出, 1-查询输出 (RO)	
		[4-5] Ragne mode: 测距模式 0-短距, 1-中距, 2-长距 (RO)	
		[8-15] ID: 设备 ID (RW), 更改 ID 后需重新上电从机地址才会生效	
0x10	31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	UART Baudrate	RW
		[0-31] uart baudrate : UART 波特率	
0x14	31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	CAN Baudrate	RO
		[0-31] can baudrate : CAN 波特率	
0x18	31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	FOV.y_offset      FOV.x_offset      FOV.y      FOV.x	RO
		[0-7] FOV.x : X 方向 FOV, 单位: °	
		[8-15] FOV.y : Y 方向 FOV, 单位: °	
		[16-23] FOV.x_offset : X 方向 FOV 偏移, 单位: °	
		[24-31] FOV.y_offset : Y 方向 FOV 偏移, 单位: °	
0x1C	31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	bandwidth      bandstart	RO
		[0-15] bandstart : I/O 模式滞环起点, 单位: mm	
		[16-31] bandwidth : I/O 模式滞环带宽, 单位: mm	
0x20	31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	Systime	RO
		[0-31] Systime : 系统时间, 单位: ms	
0x24	31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	Distance	RO
		[0-31] Distance : 距离, 单位: mm	
0x28	31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	Signal_strength      Dis_status	RO
		[0-15] Dis_status : 距离状态	
		[16-31] Signal_strength : 信号强度	
0x2C	31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	Reserved      Range_precision	RO
		[0-7] Range_precision : 测距精度 单位: cm, 0xFF 表示大于等于 255cm, 0x00 表示小于 1cm	

IIC 通信流程:

Single data write



Sinal data read



Multiple data write



## Multiple data read

Start	Slave Addr W	ACK	Reg Addr	ACK	Stop				
Start	Slave Addr R	ACK	Data[7:0]	ACK	Data[7:0]	ACK	Data[7:0]	NACK	Stop

Start: 起始信号

W: 读标志位 1

R: 写标志位 0

ACK: 应答

NACK: 非应答

Stop: 停止信号

	主机发送
	从机发送

## 7 FAQ|常见问题

### Q1. 室外条件下可以用吗？

模块可以抵抗一定的自然光影响。可以在室外使用。

### Q2. 多个模块是否有干扰？

没有干扰。当多个模块同时工作时，即使相互之间的红外光线交叉或打到同一个位置，也不会影响实际测量。

### Q3. 为什么模块没有数据输出？

各个模块均经过严格的测试后发货，没有数据时请先自行检查模式、接线（供电电压、线序是否正确，以及推荐使用万用表测试通信双方两端的引脚是否导通）、波特率等配置是否正确；对于 IIC 输出模式，需要使用主机通过 IIC 通信向设置的从机地址按照手册的通信时序来读取数据；对于 I/O 输出模式，请参考 I/O 模式相关章节介绍。

### Q4. 安装时需要注意什么？





安装时需避免 FOV 角度内有遮挡。另外需要注意与地面高度，应避免 FOV 内出现地面遮挡等类似反射面，如果安装高度离地面较近，可以考虑将模块稍微倾斜向上进行安装。

### Q5. 模块的 UART、IIC 和 I/O 是同一个接口吗？

模块的 UART、IIC、I/O 接口共用相同的物理接口，针对不同的通讯模式转换对应线序即可。

### Q6. 切换到 IIC 或 I/O 模式后，为什么 NAssistant 软件识别不了模块？如何在不同通讯模式间进行切换？

目前 NAssistant 软件只支持识别 UART 模式下的模块。在 UART 模式下时，可以通过上位机识别成功后进入设置页面将模块配置为 IIC 或 I/O 通讯模式；在 IIC 通讯模式下，可以按照 IIC 通信协议通过 IIC 通信向模块发送指令来切换回 UART 或 I/O 模式；此外，**在没有 IIC 测试环境或者切换到 I/O 模式后可以通过以下方式切换回 UART 模式**：用户需要准备一个支持 921600 波特率的 USB 转 TTL 模块（推荐 CP2102）并且安装对应的驱动程序，将 USB 转 TTL 模块的

TX、RX、GND 三根线连接到 TOF 模块的对应引脚，VCC 引脚暂时先不连接，然后把 USB 转 TTL 模块插入电脑，打开我们的 NAssistant 软件，点击  图标进入串口调试助手，把波特率改为 921600，选择 USB 转 TTL 模块对应的 COM 口然后点击  连接按钮连接 COM 口（大部分情况下会自动连接），在单项发送的文本框内输入 54 20 00 ff 00 ff ff ff ff 00 ff ff 00 10 0e ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff 7b，在右下角的定时发送栏将发送间隔改为 20ms，然后勾选定时发送  Timed Send(ms) ▾ 20，此时将 USB 转 TTL 模块的 5V 接到 TOF 模块的 VCC 引脚，模块会切换到 UART 模式并开始输出数据，此时拔掉 USB 转 TTL 模块重新给模块上电后点击主页面的  识别按钮即可识别模块。如果切换失败或者输出的数据异常，可以再重复一下整个步骤。

#### Q7. 模块是否支持输出点云信息？

模块单次只能输出一个距离，暂时不支持点云信息的输出。

#### Q8. 超量程时模块会输出什么数据？

TOFSense-F:

超过 15 米量程时，在 15 到约 20 米范围时误差较大，超过 20 米最大量程后，距离输出固定值 0 米，此时可以参考数据手册的距离状态指示来判断数据是否有效。

TOFSense-F P:

超过 25 米量程时，距离输出固定值 0 米，此时可以参考数据手册的距离状态指示来判断数据是否有效。

#### Q9. 模块使用的串口通信端子型号是什么？飞控、单片机上没有这个端子的接口怎么办？

模块使用的是 GH1.25 的端子。可以自行购买 GH1.25 转其他端子的转接线，或者剪断产品附带的 GH1.25-GH1.25 接线，自行焊接其他的端子。线序、供电电压、信号线电平请参考数据手册。

#### Q10. 接收到的 ad 08 00 如何解算为距离值？

协议帧中的数据是小端模式存储的，而且编码时乘了一定的倍率，举例来说 ad 08 00 先恢复成 16 进制数据 0x0008ad 换算成 10 进制为 2221，除以 1000 为 2.221 米。

#### Q11. 校验和是怎么计算的？

校验和就是前面所有的字节相加然后取最低字节的数据，比如 55 01 00 ef 03 的校验和就是  $0x55+0x01+0x00+0xef+0x03=0x0148$ ，那校验和就是 48，所以这一帧的完整数据是 55 01 00 ef 03 48。

#### Q12. 为什么 IIC 模式下无法通信？

IIC 模式下，设备的 SDA 和 SCL 引脚推荐使用开漏模式输出，此时总线上需要有上拉电阻。通信时需要按照标准的 IIC 通信时序来编写起始、终止、读、写、应答等函数，与 TOF 模块通信时，参考用户手册的 NLink\_TOFSense\_IIC\_Frame0 协议来对寄存器进行读取和写入。特别要注意 7 位从机地址的移位与增加读写位发送。

## 8 Reference|参考

[1] TOFSense-F 数据手册

## 9 Abbreviation and Acronyms|简写与首字母缩略

表 4: 简写与首字母缩略

Abbreviation	Full Title	中文
TOF	Time of Flight	飞行时间
FOV	Field of View	视场角
HW	Half Wave	半波
VCSEL	Vertical Cavity Surface Emitting Laser	垂直腔面发射
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter	通用异步收发传输器
IIC	Inter-Integrated Circuit	集成电路总线

## 10 Update Log|更新日志

表 5: 更新日志

Version	Firmware Version	Data	Description
1.0	1.0.5	20210918	1. 发布初版手册

## 11 Further Information|更多信息

公司: 深圳空循环科技有限公司

地址: 深圳市南山区粤海街道科技园社区科慧路 1 号沛鸿大厦 A2-207

邮箱: [marketing@nooploop.com](mailto:marketing@nooploop.com)

官网: [www.nooploop.com](http://www.nooploop.com)