

技术规格书

SPECIFICATIONS



红外测距传感器
Model Name: SK12

目录

概述.....	3
产品简介.....	4
1 产品参数(T=25°C, VCC=+5V, 90%反射率被测物, 室内环境).....	4
1.1 基本参数表.....	4
1.2 电气参数表.....	5
1.3 被测物最小边长与被测物距离对应关系.....	5
1.4 模组工作寿命(数据测量累计时间).....	6
1.5 测距方式的选择.....	6
1.6 滤波处理方式的选择.....	6
1.7 模组收发光线示意图.....	7
2 接口线序及功能说明.....	8
3 典型应用回路.....	8
3.1 UART 通讯方式.....	8
3.2 IIC 通讯方式.....	9
4 通信协议.....	10
4.1 UART 通信配置参数.....	10
4.2 IIC 通信配置参数.....	10
4.3 通信协议(UART).....	10
4.4 通信协议(IIC).....	11
4.5 校验码生成.....	12
4.6 指令.....	12
4.7 通信时序.....	14
4.8 噪声去除和滤波处理.....	15
5 模组外形尺寸.....	18
6 注意事项.....	18
7 变更履历.....	19

概述

SK12 测距模组是一个基于单点TOF技术，采用850nm LED光源，配合独特的光学、结构、电路设计而成的低成本测距模组，实现中短距离的测距需求，测距范围为0.2m~12m，结合相应的滤波算法处理，可以得到极低的测量噪声。

SK12 测距模组搭载了850nm的窄带滤光片，可以有效滤除99%的环境光，保证在不同环境下测距的准确性，兼顾室内/室外的应用场景。

SK12 测距模组提供多种通讯接口，同时支持IIC和UART的通讯，便于终端产品的集成。在测距方面提供多种测量方式，单次自动曝光测量以及连续自动曝光测量，以满足不同终端产品的实际使用需求。

在数据输出方面，可以选择使用滤波，从而得到更加平滑的距离数据；或者不使用滤波，从而得到更快的动态测距响应。在非测量期间，模块不再进行测试，从而有效的降低功耗，以及保证光源的使用寿命。

SK12 测距模块在出厂前经过多道校正标定和测试，具有很好的一致性。

特点

- ◇ 室内/室外兼容对应
- ◇ 中短距离对应(0.2m~12m)
- ◇ 小型化对策，易于安装
- ◇ 多种测量模式
- ◇ 使用寿命长
- ◇ 帧率高，大于500Hz(@5us曝光)
- ◇ 温度补偿
- ◇ 不同物体反射率补偿
- ◇ LED光源，人眼安全
- ◇ 低成本化测距方案

应用

- 距离测定仪
- 机器人避障
- 扫地机等SLAM建模
- 安防、门禁监控
- 物体分类

产品简介

产品是一个基于TOF（Time Of Flight）原理，采用 850nm LED 光源，配合独特的光学、电子、结构设计而成的测距模组，可以实现高速高精度测距需求。

采用 UART 以及 IIC 通讯的方式，可以获取到测量距离的信息。因为受限于光学特性以及功率等参数，测量距离的有效范围最大为 12 米，最小为 20cm 范围。

1 产品参数(T=25°C, VCC=+5V, 90%反射率被测物, 室内环境)

1.1 基本参数表

项目	规格
产品名称	SK12-B
工作范围	0.2~12m(室内/90%反射率)※1
电压适用范围	4.8~5.2V
模组测距方式	主动连续测量※2 被动单次测量
接收视野角	半角：1°
发送视野角	半角：2° ※3
背景光	15 kLux ※5
曝光时间	5us ~ 5000us
信号幅度	3400LSB ~ 7000LSB
测距精度	20~350cm ±5cm 351~1200cm ±1.5%※6
噪声抖动(1σ)	2.5mm
红外光源质心波长	850nm
外形尺寸	42mm×15mm×17mm
工作温度	-10°C~60°C(非凝露)
保存温度	-20°C~70°C
通讯方式	UART、IIC
最小分辨率	1mm
测试频率	Max 500(Hz)※4
重量	4g

注意：

- 1) ※1: 0~0.2m 内为盲区，测试数据不建议采用。
- 2) ※2: 产品出厂默认为被动测量模式。主机发送一次测量指令才会进行一次测量动作。
- 3) ※3: 12 米处的光斑约为直径 0.9m 的圆。若被测物体相对较小，则测量的结果偏差会比较大。
- 4) ※4: 曝光时间为 5us 的测试帧率。在实际应用中，模块内部会自动调节相应的测量时间，在测试结束后才会输出数据。

最大曝光时间测量的时候，帧率会降低为约 10Hz 左右。

- 5) ※5: 环境光为被测物表面直射的强度，当环境光的入射角度不同时，允许更强的环境光。
- 6) ※6: 当温度剧烈变化的时候，测距偏差会随着温度变化而产生额外偏差。
- 7) 如果目标距离较远或者反射率低，因为模块内部的多帧处理，实际输出的帧率可能会变慢。

1.2 电气参数表

项目	符号	典型值	单位
输入电压	DC	5	V
平均电流	I	80	mA
平均功率	P	400	mW
峰值电流	I_{\max}	250	mA
UART 电平	V_{TTL}	3.3	V
IIC 电平	V_{TTL}	3.3	V

1.3 被测物最小边长与被测物距离对应关系

被测物距离/单位: m	1	2	3	4	5
被测物最小边长/单位: mm	70	140	210	279	349

注意：一般被测物体的边长应大于最小边长，模组输出数据才可信；当被测物体的边长小于最小边长时，模组输出数据的偏差会增大。

1.4 模组工作寿命（数据测量累计时间）

模组内性能随时间变化最敏感的是红外 LED，根据其发光强度衰减时间、测量时最大占空比等因素计算，模组可靠数据测量累计时间为 30000 小时以上。

1.5 测距方式的选择

主动连续测量：

主机通过串口设定模组的输出频率，模组将以固定的频率进行连续测量，完成一次测量后立刻输出当前的结果，用户只需要在主机端接收测量的结果就可以。

当不需要测量的时候，主机发送连续测量关闭指令，模块则进入待机状态。

被动单次测量：

主机通过串口或者 IIC 给出测距指令，模组完成一次采样后便停止测试，并返回本次测量的距离信息。

1.6 滤波处理方式的选择

针对模组的测量距离输出，针对不同的场景，终端客户可以选择不同的方式。

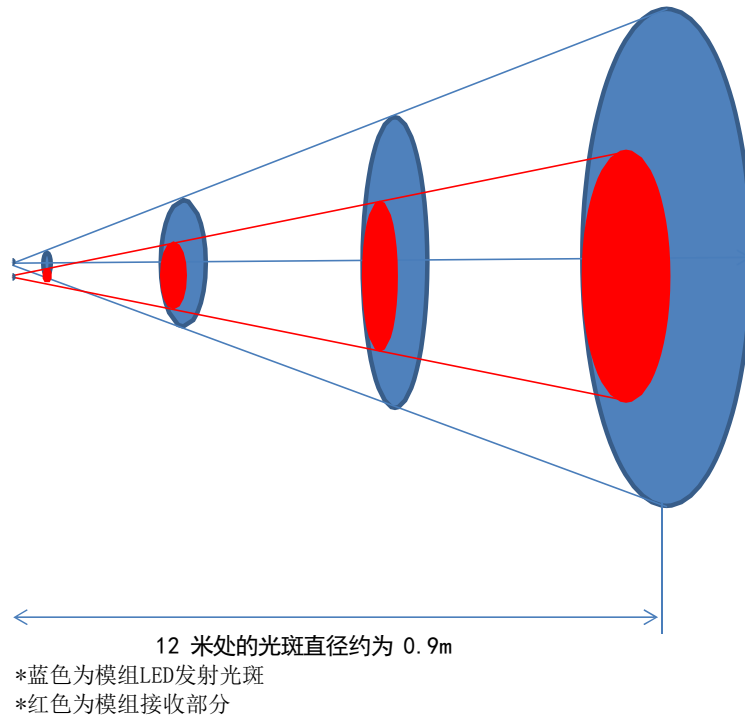
模组内部集成滤波(median filter)处理，可以消除一定距离噪声，使输出的距离值更加平稳可信。由于滤波算法处理的存在，输出的数据和当前实际测量值在时域上会有一定的偏差。

为了得到更高的相应速度的话，则可以选择没有滤波的方式。终端用户再根据测量值进行进一步的处理。

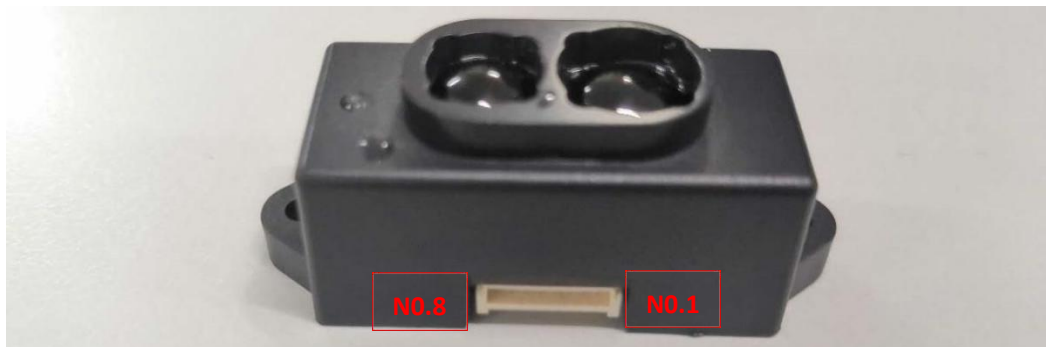
在模组滤波有效的情况下，则可以提升帧率来减少时域上的输出延迟。

1.7 模组收发光线示意图

模块的发射/接收部分的光路示意图如下，当被测物完全覆盖发射光源的时候，可以得到准确的距离信息，否则会出现距离偏差。



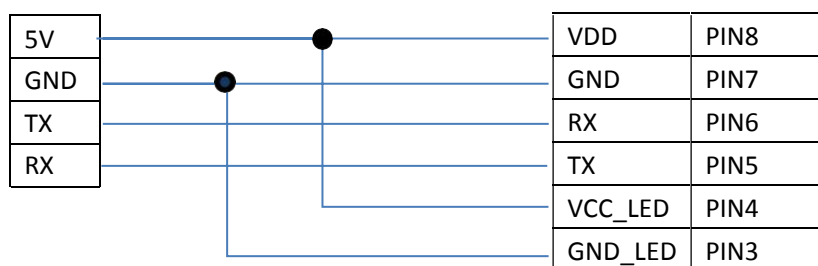
2 接口线序及功能说明



Pin NO	定义	功能说明
8	VDD	模块主供电电源 (5V)
7	GND	模块主供电地
6	RX	UART 接收数据线
5	TX	UART 发送数据线 (DATA_READY)
4	VCC_LED	光源供电电源 (5V)
3	GND_LED	光源供电地
2	SDA	IIC 通讯数据线
1	SCL	IIC 通讯时钟线

3 典型应用回路

3.1 UART 通讯方式

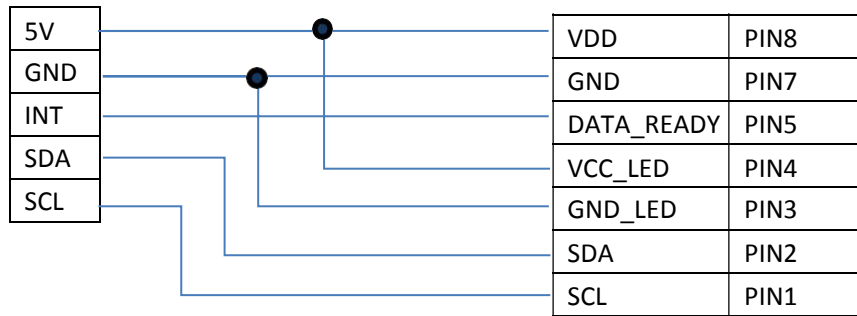


终端

LIDAR-07

采用单电源，以 UART 的通讯方式，模块内部针对 TX/RX 已经有上拉电阻，终端无需再追加额外电路。UART 的通讯参数，参考 [4.1 UART 通信配置参数](#)

3.2 IIC 通讯方式



终端

LIDAR-07

采用单电源，以 IIC 的通讯方式，DATA_READY 为模块通知终端设备数据可读的接口。当数据可以读取时，该端口由低电平变成高电平。因此主机端需要设定为输入状态，否则可能会出现异常。针对 SDA/SCL 通讯线上，已经有上拉电阻，终端无需再追加额外电路，IIC 的通讯参数，参考 [4.2 IIC 通信配置参数](#) 以及 [4.7 通信时序](#)。

4 通信协议

4.1 UART 通信配置参数

参数	数值	单位	备注
波特率	115200	Bit/s	
起始位	1	Bit	低电位
停止位	1	Bit	
数据位	8	Bit	高电位
校验位	None		

4.2 IIC 通信配置参数

参数	设定值	单位
主从模式	从机模式	
波特率	400K	Bps
地址	0x70	7 位

4.3 通信协议 (UART)

主机发送数据格式

帧头	命令		数据位	校验码
0xF5	W/R	TYPE	LSB-----MSB	LSB-----MSB
1 byte	1 byte		4 byte	4 byte

模块响应数据格式

帧头	命令		数据长度(N)		数据位	校验码
0xFA	W/R	TYPE	LSB	MSB	LSB-----MSB	LSB-----MSB
1 byte	1 byte		2 byte		N byte	4 byte

命令构成: (W/R) | TYPE

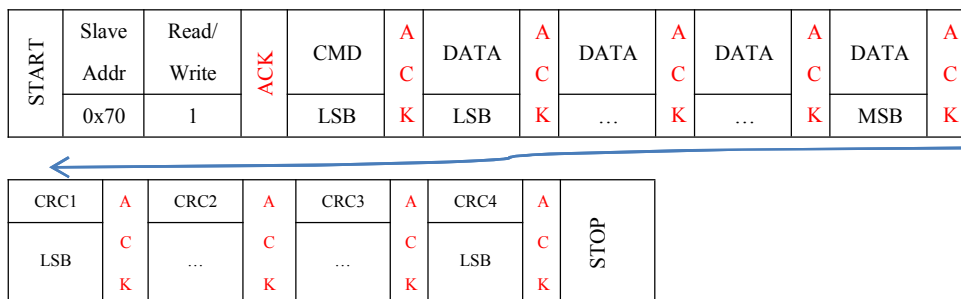
W(写入): 0x80

R(读取): 0x00

4.4 通信协议 (IIC)

模块工作在从机模式，接收主机的指令和完成相应的处理。

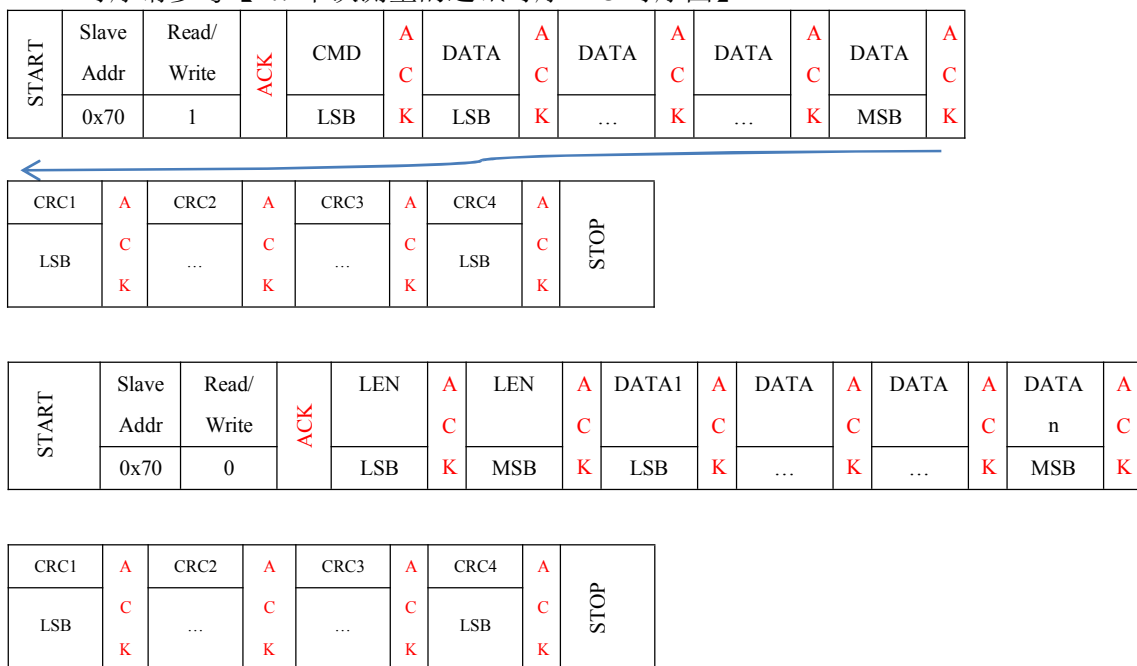
主机写数据格式



主机读数据格式

读数据的时候，需要先写入指令，然后才进行数据的读入操作。

时序请参考【4.7 单次测量的通讯时序 IIC 时序图】



4.5 校验码生成

从帧头开始，到数据位结束的所有数据，进行 CRC 冗余校验，从而避免或识别数据传输过程中出现干扰导致的异常错误数据。

- 校验码方式：CRC32
- CRC 初始值：0xFFFFFFFF
- CRC 多项式：0x04C11DB7
- xor 值：0x00

4.6 指令

编号	指令名称	指令 (HEX)	描述
1	读取版本号	0x43	返回模组批次的版本号
2	滤波的使用	0x59	滤波的开关(默认关闭)
3	距离测量开关	0x60	打开：1 关闭：0
4	测距模式的选择	0x61	选择单次测量和连续测量
5	测量频率	0x62	在连续测量模式下，可以设定连续测量的频率。
6	系统运行错误状态	0x65	模块运行过程中的错误状态查询

4.6.1 读取版本号

命令：

读取 0x43 | 0x00

数据位：不做要求

示例：

命令 | 0xF5 | 0x43 | 0x00 0x00 0x00 0x00 | 0xAC 0x45 0x62 0x3B |

响应 | 0xFA | 0x03 | 0x04 0x00 | 03 00 01 00 | 0xE0 0xDC 0x3C 0xA4 |

备注： 03 00 为 次版本号

01 00 为 主版本号

4.6.2 测试间隔周期

命令:

设定 0x62 | 0x80

读取 0x62 | 0x00

数据位: 设定的具体测量间隔周期

该参数仅仅只有连续测量中才有效, 以 ms 为单位进行设定测量的周期。最小设定为 10ms (即 100Hz)

示例: 设定为 100ms(10Hz)

命令 | 0xF5 | 0xE2 | 0x64 0x00 0x00 0x00 | 0x93 0xBF 0x91 0x3B|

响应 | 0xFA | 0xE2 | 0x04 0x00 | 0x64 0x00 0x00 0x00 | 0xA8 0x41 0xFE 0xFB|

4.6.3 测距方式的选择

命令:

设定 0x61 | 0x80

读取 0x61 | 0x00

数据位:

0 被动单次测量

1 主动连续测量

示例: 设定为单次测量

命令 | 0xF5 | 0xE1 | 0x00 0x00 0x00 0x00 | 0xA5 0x8D 0x89 0xA7|

响应 | 0xFA | 0xE1 | 0x04 0x00 | 0x00 0x00 0x00 0x00 | 0x3A 0x63 0x08 0x6D|

4.6.4 测量的开启和关闭

命令: 0x60 | 0x80

数据位:

0 开启测量(单次测量模式下, 采样结束后将自行关闭)

1 关闭测量

示例: 开启测量

命令 | 0xF5 | 0xE0 | 0x01 0x00 0x00 0x00 | 0x9F 0x70 0xE9 0x32|

响应 | 0xFA | 0xE0 | 0x10 0x00 | 距离(2 byte) | 温度(2 byte) | 信号幅度(2 byte) |
背景光(2 byte) | TOF 相位信息(8 byte) |CRC32(4 byte) |

注意:

模式处于单次测量时, 当模组接收到测量指令时, 模组开始进行距离采样, 响应距离数据后, 将自动关闭测量。

模式处于连续测量时，当模组接收到测量指令时，模组会根据设定的频率，不停的测量，并在每次测量结束时，将距离数据输出至主机端。

4.6.5 滤波的开启和关闭

命令：

设定 0x59 | 0x80

读取 0x59 | 0x00

数据位：

0 滤波关

1 滤波开

示例：开启测量

命令 | 0xF5 | 0xD9 | 0x01 0x00 0x00 0x00 | 0xB7 0x1F 0xBA 0xBA |

响应 | 0xFA | 0xD9 | 0x04 0x00 | 0x01 0x00 0x00 0x00 | 0x88 0x87 0x0A 0xEC |

4.6.6 错误代码查询

命令：

读取 0x65 | 0x00

数据位：

0x00000001 : SPI 通讯出错

0x00000002 : 像素饱和

0x00000004 : 采样上溢出

0x00000008 : 采用下溢出

0x00000010 : 内部测距异常

0x00000020 : 信号太强

0x00000040 : 信号太弱

示例：开启测量

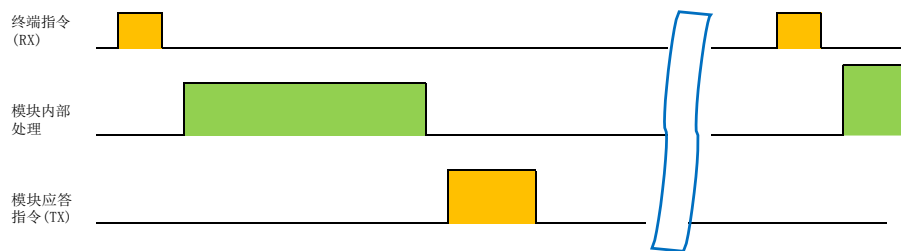
命令 | 0xF5 | 0x65 | 0x00 0x00 0x00 0x00 | 0x9A 0x08 0xE9 0x8A |

响应 | 0xFA | 0x65 | 0x04 0x00 | 0x01 0x00 0x00 0x00 | 0xAC 0x30 0x44 0x79 |

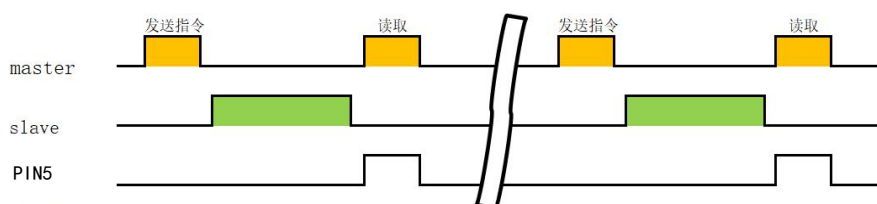
4.7 通信时序

在主机通过 UART 或者 IIC 对模组进行测距请求时，终端主机发送指令与测距模块应答主机指令的时序如下图所示。

1) UART 时序



2) IIC 时序



备注：当 IIC 读取测量数据的时候，模块在测量结束的时候，PIN5 会由低置高，从而通知主机进行数据的读取。在数据读取完成后 PIN 又会变成低电平。

因此在以 IIC 进行通讯的时候，请使用该端口，主机端设定为读状态或者外部触发方式。

4.8 噪声去除和滤波处理

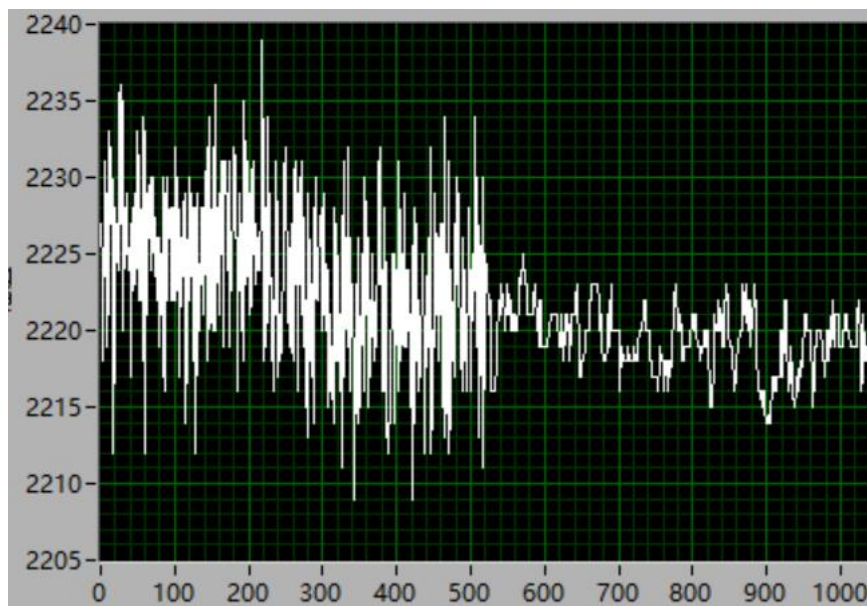
LIADR-07 模块是通过 3D TOF 成像方式进行测距。距离噪声受限于被测物体的轮廓以及深度，这个噪声也被称为时间噪声，随着每次测量的不同而变化。由于该噪声是一个统计值，可以通过滤波来减少其影响。LIDAR-07 模块出厂默认状态是直接输出测量结果，未经过任何滤波处理，以保证最快的动态测量响应

4.8.1 模块内藏中值滤波

模块内部已经实现了轻量级的中值滤波处理，当使能滤波有效，设定指令 0x19 为 0x00000001。则可以得到低噪声的距离数据。

下图中，数据前段(520 个点之前)是未开启滤波，噪声幅度为 30mm。

下图中，数据后段(520 个点之后)是开启滤波，噪声幅度为 10mm。



4.8.2 卡尔曼滤波

除了上述模块内藏中值滤波以外，可以使用基于卡尔曼理论的滤波方式，在不损失系统精度的情况下显著降低噪声。动态卡尔曼的算法下记参考，终端产品可以加入该算法从而得到噪声低且稳定的测量效果。

```

sumX = 0;
sumXX = 0;
n++;
for (j = 0; j < n; j++)
{
    sumX += x[j];
    sumXX += x[j] * x[j];
}
r = (sumXX - (sumX * sumX) / n) / (n - 1);
p = p + q;
k = p / (p + r);
p = (1 - k) * p;
if (x[i]-x[i-1]<t)
{
    x[i] = k * x[i] + (1 - k) * x[i - 1];
}
else
{
    n = 0;
}

```

各参数的描述如下：

q：过程噪声协方差，这个参数由终端产品决定，最初可以设定为 q=2。

r：测量噪声协方差。

t：滤波器使能阈值

p: 预测协方差, 初始化后初始值为 $P=1$ 。

k: 卡尔曼增益, 它改变滤波器的灵敏度, 设定值在 $0 \sim 1$ 之间。

n: 计数器, 初始化后初始值为 $n=0$ 。

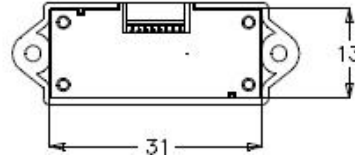
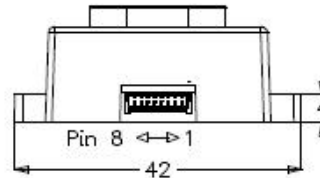
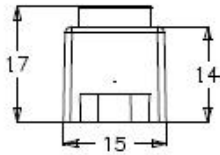
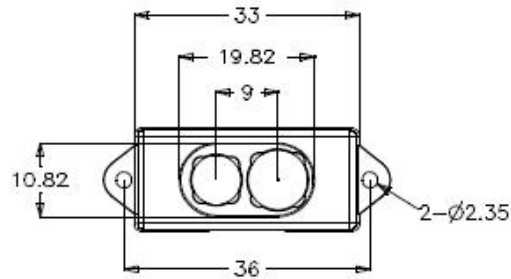
5 模组外形尺寸

Connector

Maker	PART NO
XIN FU ER ELECTRONICS	1.0T-8AWB

Unit:mm

Unit: mm



6 注意事项

为避免损坏设备，应小心操作。在存储，处理，装配和测试的所有阶段，应防止产品跌落碰撞，并采取 ESD 静电防护以及灰尘防护措施。

7 变更履历

编号	内容	版本	日期
1	SK12 规格书做成	1.0	2020/08/03
2	1) 波特率修正, 115200 2) 主动模式下测试频率的设定说明追加	1.1	2020/08/05
3	1) LED 光源为 850nm 2) 通讯指令部分, 错误代码查询指令追加 3) 数据查询指令部分, TOF 相位信息修正为 8 字节 4) IIC 读取数据指令时序追加	1.2	2020/10/16
4	1) 通信协议更新 2) 连接器型号信息追加	1.3	2020/11/23
5	1) 修改测试距离为 12 米 2) 去除上电指令, 模块通电后会直接开启内部电源使能	1.4	2020/12/30